

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

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

**PROGETTO DEFINITIVO**

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

**VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 575m**

*Relazione di calcolo Pile - P4*

SCALA:

-

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


**RS3T    30    D    09    CL    VI1005    005    B**

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

ITALFERRES.p.a.  
U.D. Opere Civili e Gestione delle Varianti  
Dott. Ing. Angelo Vittozzi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
N° A20783


File: RS3T30D09CLVI1005005B

n. Elab.: 09\_222\_4


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
3.	MATERIALI .....	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	9
4.	DATI DI BASE .....	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	16
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	17
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	17
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	18
5.3	Carichi da traffico verticali .....	18
5.4	Effetti dinamici .....	20
5.5	Disposizione treni di carico.....	20
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	24
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	24
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	26
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	27
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i> .....	28
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	28
5.7	Azione Sismica .....	31
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	32
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	33
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	38
5.7.4	<i>Check analisi statica</i> .....	39
5.7.5	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	40
5.7.6	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	41
5.8	Azione Idrostatica.....	42
6.	SOLLECITAZIONI .....	45
6.1	Combinazioni di carico .....	45
6.1.1	<i>Configurazione 1</i> .....	45

 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

6.1.2	Configurazione 2 .....	51
6.1.3	Configurazione 3 .....	57
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	63
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	63
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	69
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	72
8.	FUSTO PILA .....	72
8.1	Modellazione .....	74
8.2	Verifica a presso flessione .....	74
8.3	Verifica a taglio .....	83
8.4	Verifica minimi di armatura .....	84
8.5	Verifica spostamenti.....	86
9.	PULVINO.....	87
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	88
9.2	Verifica dei nodi.....	89
10.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	90
10.1	Dimensionamento armature .....	92
10.2	Verifica a presso-flessione.....	94
10.2.1	Direzione trasversale.....	94
10.2.2	Direzione longitudinale.....	99
10.3	Verifica a punzonamento .....	104
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	105
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	105
11.2	Verifica strutturale .....	105
11.3	Verifica a taglio .....	113
12.	INCIDENZE .....	114

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</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 VI10 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 4 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 15.30m, con variazione impalcato 40-50m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI10 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 575m, ed è costituito da 19 campate isostatiche di luce 25m, 40 e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, le campate di luce superiore sono realizzate con impalcato misti a due travi.

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

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

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

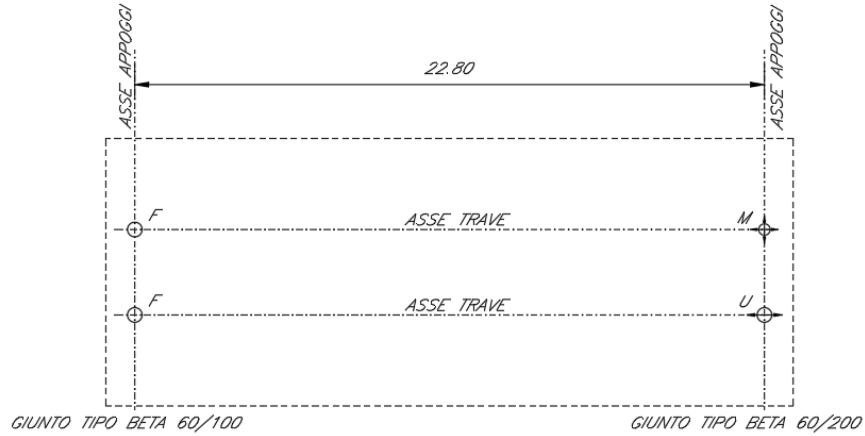
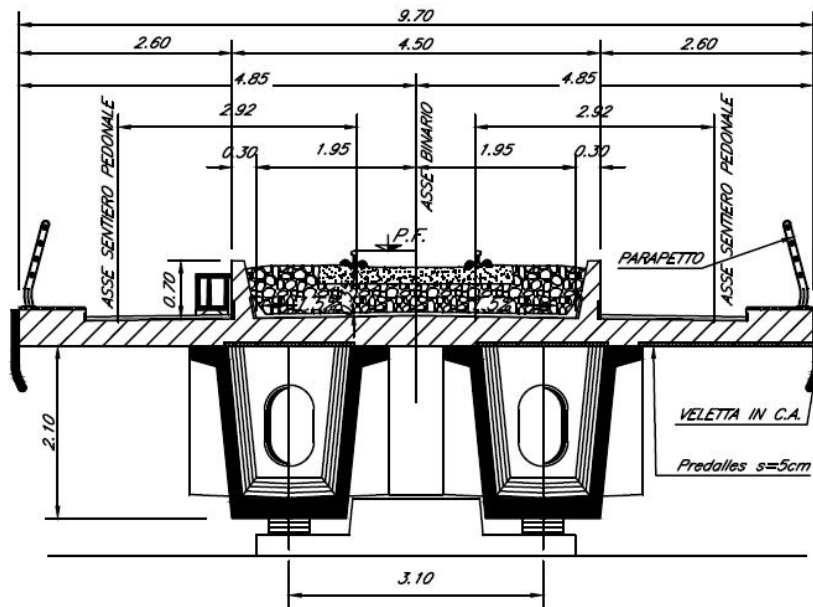


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



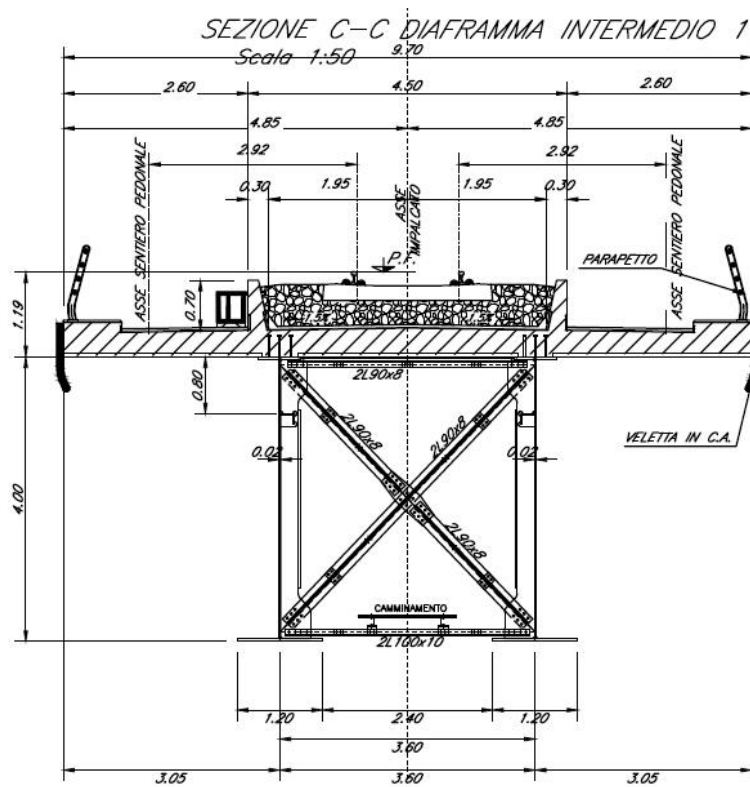
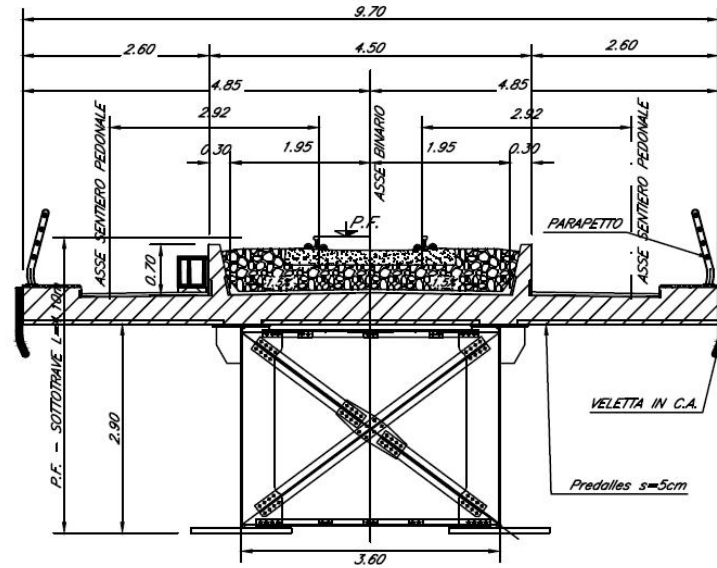


Figura 2: sezione trasversale impalcato

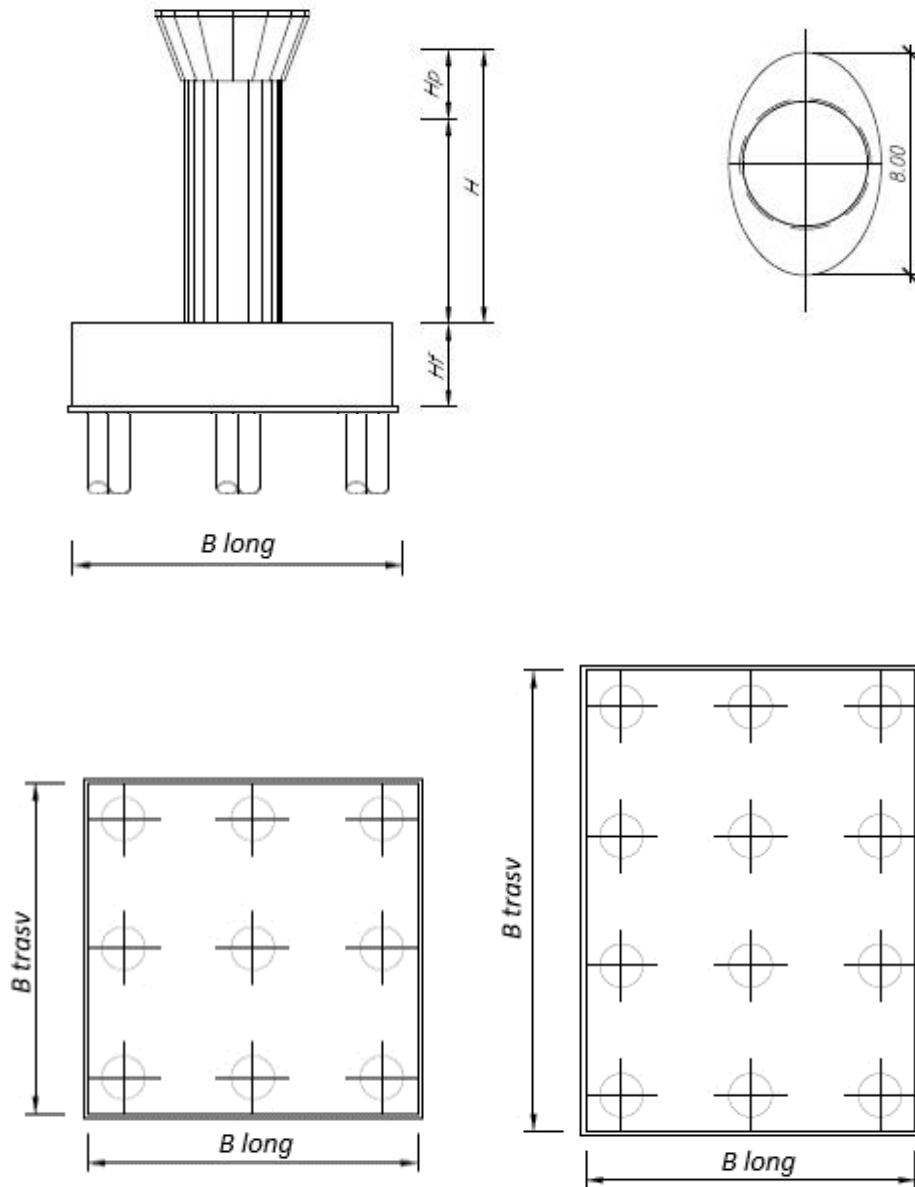



Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</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>C25/40</b>	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R <sub>ck</sub>	<b>40</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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

### 3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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


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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

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

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

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

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


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

## 4. DATI DI BASE

### 4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 3.5m, una altezza complessiva di 15.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	15.3	m
tipologia di sezione					<b>circolare</b>	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	1.75	m
area della sezione				A	9.621	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	7.366	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	7.366	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	3199	kN
<b>PULVINO</b>						
asse minore ellisse				a	5.48	m
asse maggiore ellisse				b	8	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	1917	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
asse minore ellisse				a	13.2	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	4.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	117.1	m <sup>3</sup>
peso di vulume del terreno				y	19	kN/3
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</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

<sup>(1)</sup> 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.

<sup>(2)</sup> 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	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
A1_SLU_gr1_Treno	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0	1,5
A1_SLU_gr2_Scarico	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0	1,5
A1_SLU_gr3_Fre/avv	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0	0	0	0	1,5
A1_SLU_gr4_centrif	1,35	1,5	1,16	0	1,16	1,16	1,16	0,9	0	0	0	0	1,5
A1_SLU_gr1+vento	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0	1,5
A1_SLU_gr2+vento	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0	1,5
A1_SLU_gr3+vento	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0,9	0	0	0	1,5
A1_SLU_gr4+vento	1,35	1,5	1,16	0	1,16	1,16	1,16	0,9	0,9	0	0	0	1,5
A1_SLU_vento_gr1	1,35	1,5	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	1,5
A1_SLU_vento_gr2	1,35	1,5	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	1,5
A1_SLU_vento_gr3	1,35	1,5	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	1,5
A1_SLU_vento_gr4	1,35	1,5	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	1,5
A1_SLU_Scalz_gr1	1,35	1,5	1,16	0	0,58	1,16	1,16	0,72	0	0	0	0	1,5
A1_SLU_Scalz_gr2	1,35	1,5	0	1,16	0	1,16	1,16	0,72	0	0	0	0	1,5
A1_SLU_Scalz_gr3	1,35	1,5	1,16	0	1,16	0,58	0,58	0,72	0	0	0	0	1,5
A1_SLU_Scalz_gr4	1,35	1,5	1,16	0	1,16	1,16	1,16	0,9	0	0	0	0	1,5
SLE_rar_gr1_Treno	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr2_Scarico	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr3_Fre/avv	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr4_centrif	1	1	0,8	0	0,8	0,8	0,8	0,6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr1+vento	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0,6	0	0	0	1
SLE_rar_gr2+vento	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0,6	0	0	0	1
SLE_rar_gr3+vento	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0,6	0	0	0	1
SLE_rar_gr4+vento	1	1	0,8	0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_Treno	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_Scarico	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_Fre/avv	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_centrif	1	1	0,8	0	0,8	0,8	0,8	0,5	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr1+vento	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2+vento	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3+vento	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,4	0,2	0	0	0	1
SLE_fre_gr4+vento	1	1	0,8	0	0,8	0,8	0,8	0,5	0,2	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0	1



Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr4_centrif_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr4+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	1

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

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

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

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


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

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

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

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



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

## 5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato

Si riportano di seguito gli scarichi agli appoggi dedotti dall'analisi dell'impalcato, per la campata sinistra e destra:

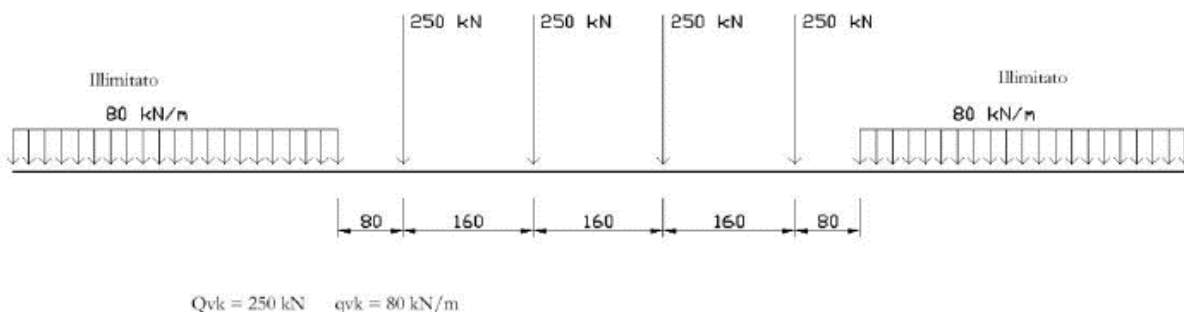
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	5761	940
scarichi estradosso Pila - G2	5122	538
scarichi estradosso Fondazione - G1	11152	940
scarichi estradotto Fondazione - G2	5122	538
scarichi sui Pali - G1	30668	940
scarichi sui Pali - G2	5122	538

## 5.3 Carichi da traffico verticali

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico ferroviario, considerando i modelli LM71 e/o SW/2. Si riportano di seguito le caratteristiche dei modelli di traffico presi in esame.


### ➤ Modello di carico LM71

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.1), definiscono questo modello di carico tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.



Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

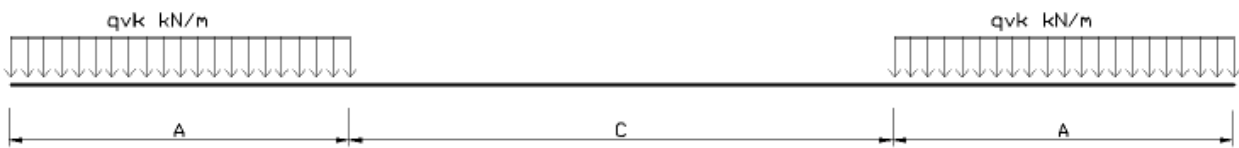
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</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 “ $\alpha$ ”
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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.4 Effetti dinamici

Per la definizione del coefficiente dinamico si segue quanto contenuto nel par.5.2.2.2.3 del DM 17.1.2018 che per l'opera in esame riporta:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_{\Phi} - 0.2}} + 0.73 \quad \text{con limitazione} \quad 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00$$

#### 5.5 Disposizione treni di carico

La disposizione dei treni di carico è stata individuata per ottenere le seguenti massime sollecitazioni:

- Sforzo Assiale: il convoglio è localizzato sostanzialmente al di sopra della pila in esame
- Momento Longitudinale: il convoglio è localizzato sulla campata di luce maggiore, più o meno centrato a seconda dei rapporti di lunghezza del treno di carico e della campata.
- Momento Trasversale: è fornito dallo stesso schema di posizionamento del massimo sforzo

Da questi schemi si sono ottenute le seguenti caratteristiche di sollecitazione:

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	5197	431	520
COMBO ML	3356	4028	336
COMBO MT	5197	431	520

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

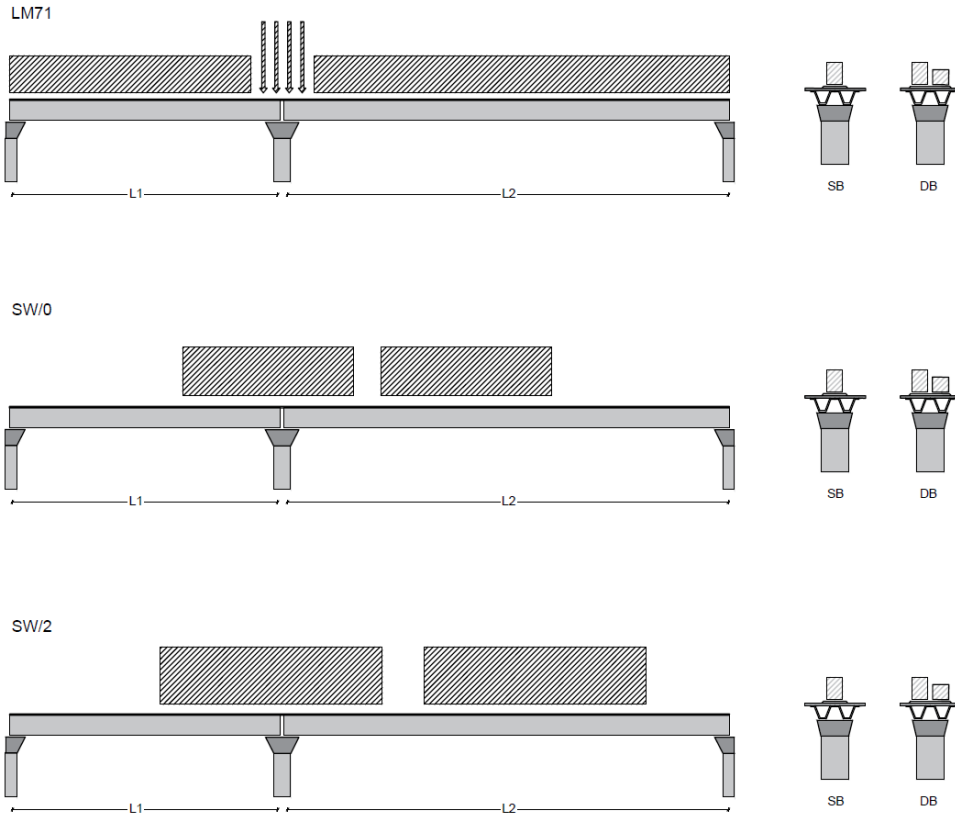


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

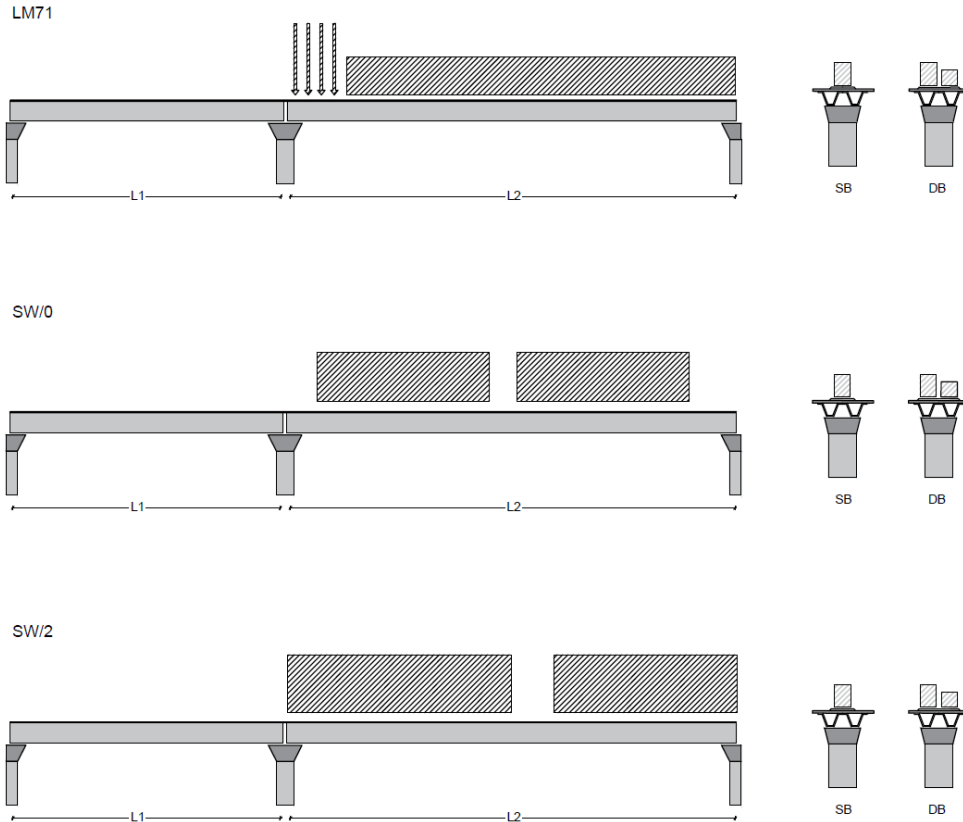


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

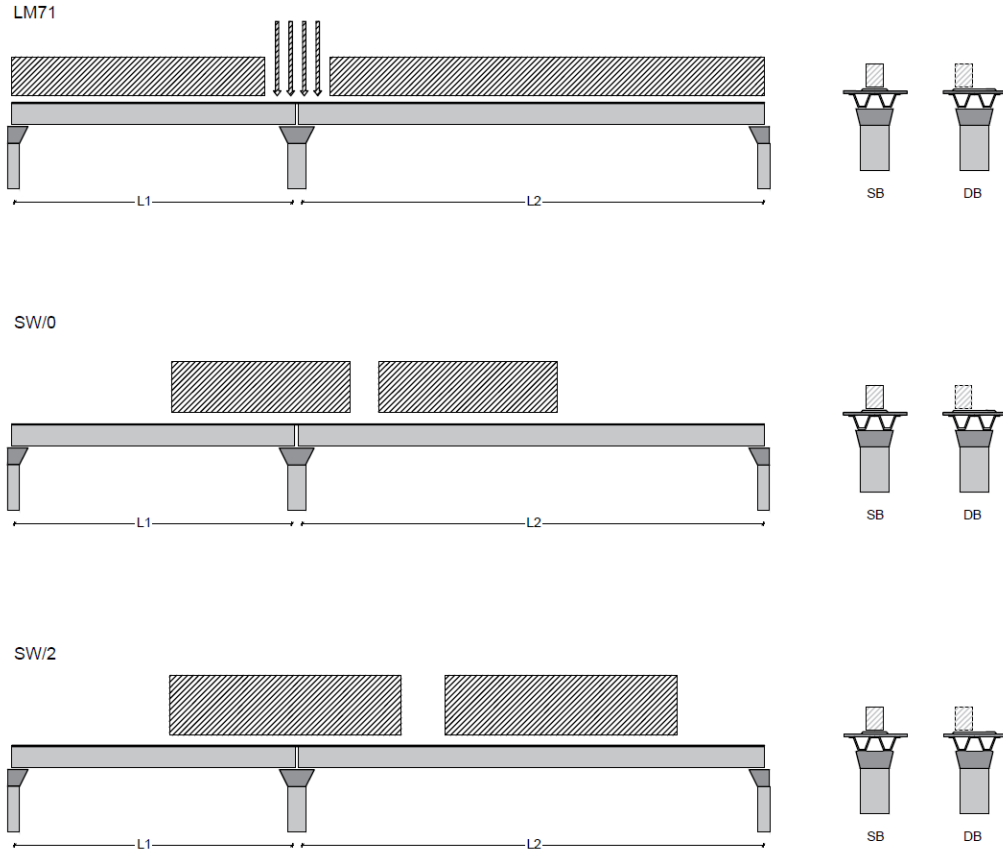



Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale




 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	1000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	38	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.801794	
<b>LM71 e SW/0</b>							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, $\alpha$ , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
<b>LM71 caso a</b>							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	300.3	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	96.1	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	<b>37.5</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>12.0</b>	kN/m
<b>LM71 caso b</b>							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.80	
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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.2 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Tale azione si applicherà sia in rettifilo che in curva.

viadotto a binario		<b>Singolo</b>		
combinazione treni		<b>SW/2</b>		
valore caratteristico della forza		Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento		a	1	
coefficiente di adattamento				
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali				
altezza baggioni e apparecchi d'appoggio			0.45	m
altezza impalcato + soletta			3.2	m
armamento			0.88	m
incremento altezza rotaia + alta			0.1	m
valore caratteristico della Forza		Fsk	<b>100</b>	kN
valore caratteristico Momento Tra		Msk	<b>463</b>	kN/m

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				<b>Singolo</b>	
combinazione treni				<b>SW/2</b>	
posizionamento vincolo fissi				<b>caso peggiore</b>	
estradosso pulvino sommità binario		H	<b>0.45</b>	m	
lunghezza del binario		L	<b>49.6</b>	m	


Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato.

#### FENATURA

LM/71					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	49.6	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1091.2	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	35.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	776.6	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	42.6		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1491		

#### AVVIAMENTO

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.6.4 Forza d'attrito

Le forze parassitarie dei vincoli si esplicano in corrispondenza degli apparecchi d'appoggio mobili per traslazione relativa impalcato-apparecchi d'appoggio. Essendo funzione del carico verticale, la sua definizione è associata ai coefficienti moltiplicativi delle combinazioni  $\gamma$  e  $\psi$  dei carichi da peso proprio strutturali e non, e dei carichi verticali da traffico. Si riporta per questo motivo un esempio di forza d'attrito "caratteristica" solo come esempio di calcolo, in quanto il calcolo è stato eseguito a valle della combinazione di carico.

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		h	0.45	m
lunghezza del binario		L	49.6	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>5761</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>5122</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>6979</b>	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	<b>0.04</b>	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	<b>366.2</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>164.8</b>	kN/m

#### 5.6.5 Azione del Vento

Ricadendo nella classificazione ordinaria di ponti l'azione del vento è valutata come agente su una superficie continua, convenzionalmente alta 4m dal piano del ferro. Nel caso di ponte scarico si considera la superficie relativa alle barriere antirumore.

velocità di base di riferimento slm	Vbo	<b>28</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>500</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>373</b>	m
parametro adimensionale	ks	<b>0.36</b>	
coefficiente di altitudine	ca	1	
velocità di base di riferimento	Vb	28	m/s

	tempo di ritorno azione del vento	Tr	112.5	anni
	coefficiente di ritorno	cr	1.04562	
	velocità di riferimento	Vr	29.2775	m/s
	tab. 3.3.I	Zona	4	
	tab.3.3.II	Categoria	II	
	tab. 3.3.III	Classe rug	D	
	fattore di terreno	Kr	0.19	
	lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
	altezza minima	zmin	4	m
<b>VENTO SULL'IMPALCATO</b>				
ponte carico				
	altezza pila	z1	15.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	15.75	m
	altezza di riferimento	z	20.195	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.82	
	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	1508.94	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	3.89	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.89	m
		d/h	1.09111	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09994	
	forza trasversale	fx	28.2	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1262.0	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	6177.5	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.77	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.10604			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09584			
	forza trasversale	fx	27.7			
	forza equivalente in testa pila	Fx	1109.4	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	5364.0	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	15.3	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.62897			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1508.94	n/m2		
			1.50894	Kpa		
	tipologia di sezione		circolare			
	larghezza trasversale pila	b	0	m		
	larghezza longitudinale pila	d	0	m		
	raggio della sezione	R	1.75	m		
	rapporto geometrico	b/d	0.1			
	rapporto geometrico	r/b	0.1			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75			
	viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	9620681			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00057			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.91022	
	rapporto geometrico	l/b	4.37143	
	snellezza effettiva	$\lambda$	4.37143	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.66092	
	forza trasversale	f tras	<b>0.9</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>13.9</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>9.2</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	1.75	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.91022	
	rapporto geometrico	l/b	4.37143	
	snellezza effettiva	$\lambda$	4.37143	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.66092	
	forza longitudinale	f lon	0.90775	
	forza equivalente in testa pila	F lon	13.8886	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	9.18	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>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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

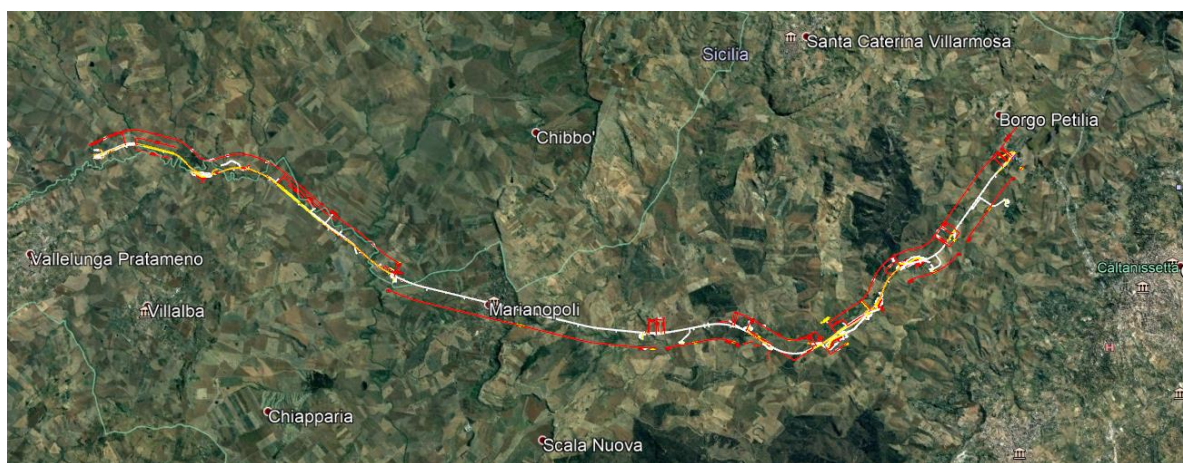


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

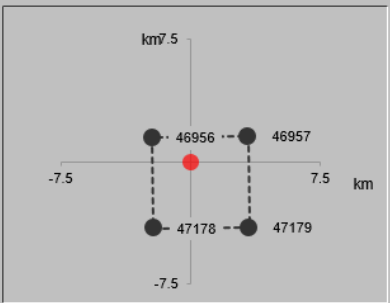
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**




**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione:

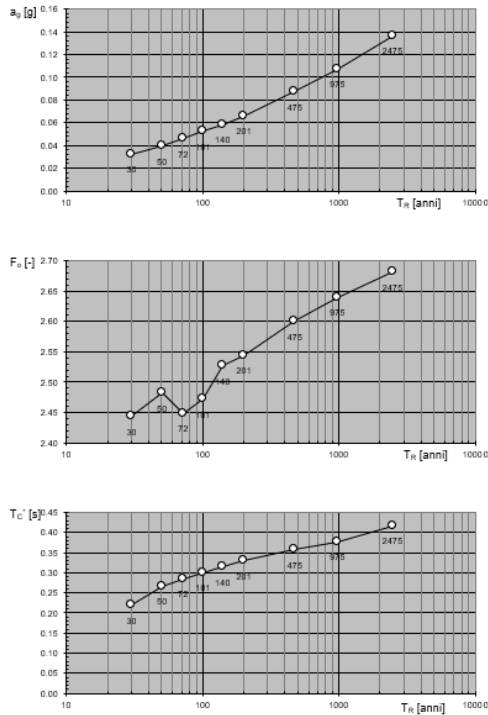


La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

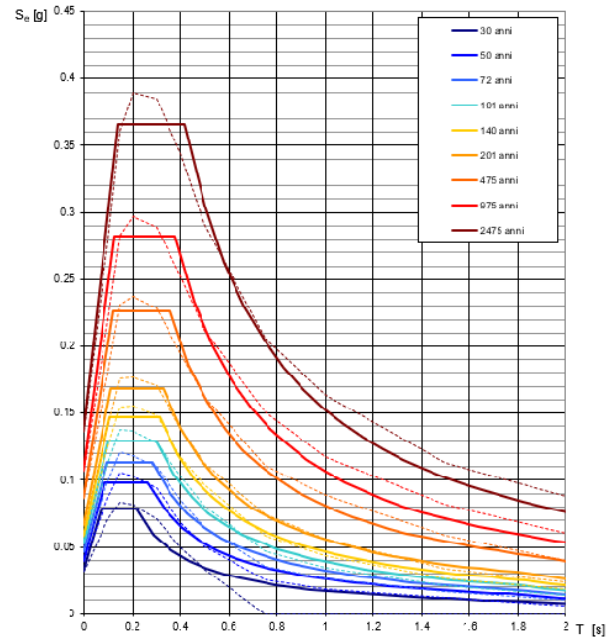
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:     LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:     PROVINCIA:     COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

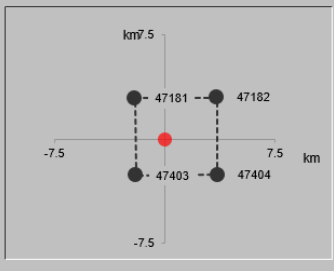
Grafici spettri di risposta →

Variabilità dei parametri →

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri →

**Nodi del reticolo intorno al sito**




**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

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

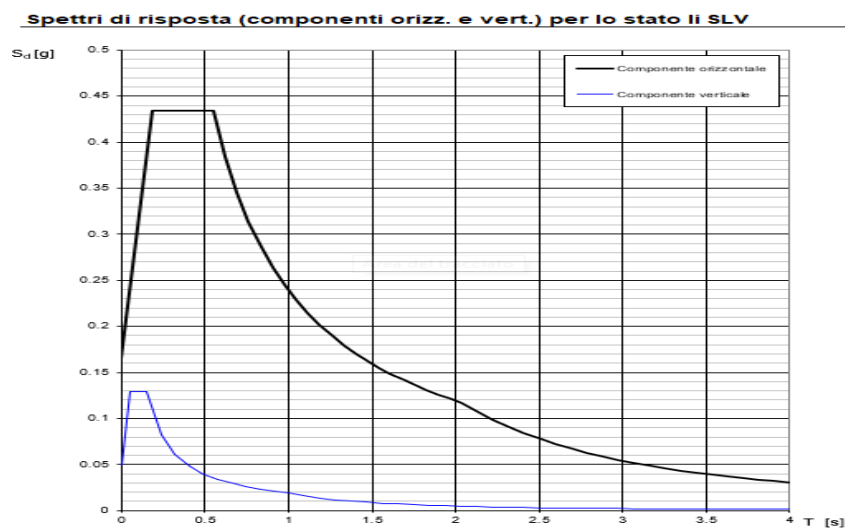
Interpolazione:



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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 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
$a_g$	0.105 g
$F_0$	2.635
$T_c$	0.399 s
$S_s$	1.500
$C_c$	1.422
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.189 s
$T_C$	0.567 s
$T_D$	2.021 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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


Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_c(T)$  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	0.158
$T_B \leftarrow$	0.189	0.416
$T_C \leftarrow$	0.567	0.416
	0.637	0.371
	0.706	0.335
	0.775	0.305
	0.844	0.280
	0.913	0.259
	0.983	0.240
	1.052	0.225
	1.121	0.211
	1.190	0.198
	1.260	0.188
	1.329	0.178
	1.398	0.169
	1.467	0.161
	1.537	0.154
	1.606	0.147
	1.675	0.141
	1.744	0.135
	1.814	0.130
	1.883	0.125
	1.952	0.121
$T_D \leftarrow$	2.021	0.117
	2.116	0.107
	2.210	0.098
	2.304	0.090
	2.398	0.083
	2.493	0.077
	2.587	0.071
	2.681	0.066
	2.775	0.062
	2.869	0.058
	2.964	0.054
	3.058	0.051
	3.152	0.048
	3.246	0.045
	3.340	0.043
	3.435	0.040
	3.529	0.038
	3.623	0.036
	3.717	0.035
	3.812	0.033
	3.906	0.031
	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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*

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

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

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

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


5.7.4 *Check analisi statica*

<b>Direzione Longitudinale</b>				
massa treno per direzione long			Com Nmax	6713 kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1343 kN
				0
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	12114 kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	13457 kN
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	2691 kN
massa pulvino			Mpul	2192 kN
massa pila			Mpila	3199 kN
massa efficace pila			Mpe	3258 kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	16715 kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -567 KN</b>

<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long			Com Mmax	5197 kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1039 kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	10883 kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	11922 kN
massa pulvino			Mpul	2192 kN
massa pila			Mpila	3199 kN
massa efficace pila			Mpe	3258 kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv			Mtot tras	15181 kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -873.8 KN</b>

<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long			Com Mmax	5197 kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1039 kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	10883 kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	11922 kN
massa pulvino			Mpul	2192 kN
massa pila			Mpila	3199 kN
massa efficace pila			Mpe	3258 kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	15181 kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -873.8 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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

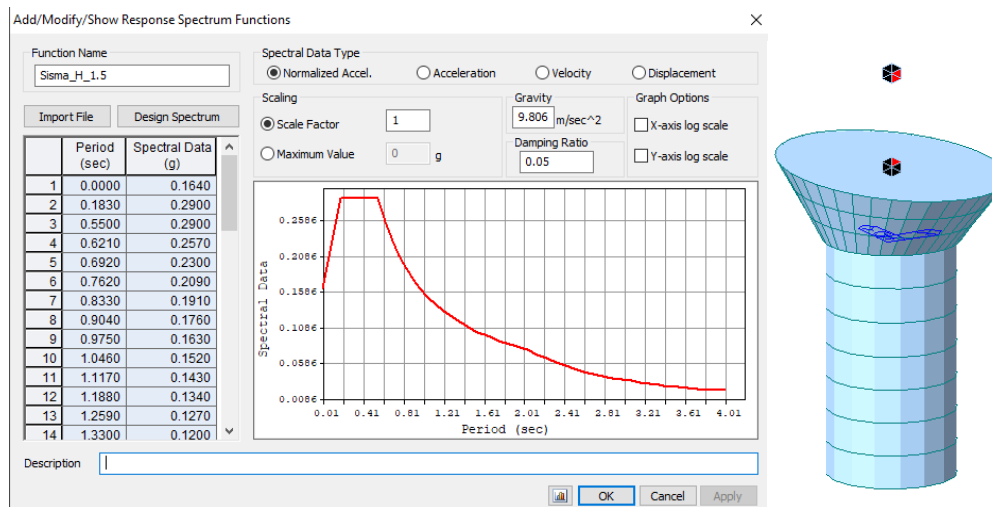
5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	9.62	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	7.37	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	7.37	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila		E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	15.30	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof		H <sub>e</sub>	15.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	5.7E+07	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	1.0E+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>	1.11	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.78	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.06	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.15	0.15	0.22	0.09	g
accelerazione componente longitudinale	0.20	0.20	0.30	0.13	g
accelerazione componente verticale	0.12	0.12	0.12	0.04	g
Sforzo assiale	1928	1928	1928	643	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2373	2610	3560	1412	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	3533	3886	5299	2224	kN
Momento flessionale trasversale	45607	50167	68410	27145	kN m
Momento flessionale longitudinale	55927	61491	83749	35193	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	2010.36	2508.7	3508.88	44883.29	52113.32
SISMA q=1	2010.36	3760.48	5253.13	67335.32	78043.43
SISMA sld	513.93	1323.02	1839.12	23624.2	27298.82

Si procede con tali sollecitazioni.

## 5.8 Azione Idrostatica

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

### 6.3.11 Escavazioni localizzate viadotto VI10

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma plinto	Base plinto [m]	Lunghezza plinto [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	2.30	0.62	24	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.63	plinto scoperto
P02	2.79	1.24	12	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.43	plinto scoperto
P03	2.75	1.67	12	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.63	plinto scoperto
P04	3.14	2.24	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.07	plinto scoperto
P05	3.28	2.07	24	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.12	plinto scoperto
P06	3.49	3.16	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.88	plinto scoperto
P07	2.63	3.32	4	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	9.68	plinto scoperto
P08	2.47	3.05	2	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.88	plinto scoperto
P09	2.43	2.65	7	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.51	plinto scoperto
P10	2.36	2.30	11	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.01	plinto scoperto
P11	2.39	2.04	15	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.72	plinto scoperto
P12	2.36	1.92	14	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.32	plinto scoperto
P13	2.59	1.81	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.38	plinto scoperto
P14	2.58	1.83	22	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.63	plinto scoperto
P15	2.26	1.74	32	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.64	plinto scoperto
P16	2.34	1.75	31	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.63	plinto scoperto
P17	2.01	1.49	41	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.91	plinto scoperto
P18	1.44	1.24	51	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.86	plinto scoperto

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

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

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

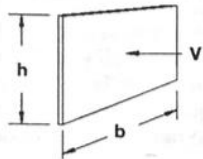
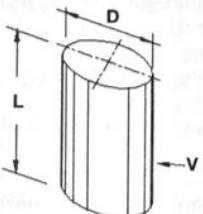

Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente $C_n$
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 $\infty$	1.16 1.20 1.50 1.90
	$10^5$	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 $\infty$	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 $\infty$	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	<b>3.28</b>	m/sec
densità dell'acqua	$\rho_0$	<b>1</b>	kN sec <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
altezza di riinterro pila	h <sub>ri</sub>	<b>4.2</b>	m
altezza della pila	h <sub>p</sub>	<b>15.3</b>	m
altezza idrica Tr 300	h <sub>300</sub>	<b>2.07</b>	m
scalzamento massimo Tr300	dl	<b>8.12</b>	m
tipologia di sezione		<b>circolare</b>	m
larghezza trasversale pila	b	<b>0</b>	m
larghezza longitudinale pila	d	<b>0</b>	m
raggio della sezione	r	<b>1.75</b>	m
rapporto geometrico	L/D	<b>0.003143</b>	m
viscosità cinematica	$\mu_i$	<b>0.000894</b>	N s/m <sup>2</sup>
numero di Reynolds	Re	<b>12841163</b>	
coefficiente di forma	C <sub>d</sub>	<b>0.35</b>	*
* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche			


 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

pressione dell'acqua		p	<b>1.88272</b>	kN/m <sup>2</sup>	
forza risultante		Fidro	<b>268.0798</b>	kN	
momento alla base pila		Mpila	<b>-295.561</b>	kN	

<b>tabella riassuntiva - Tr300</b>			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	6.27	3	0.92
D	1.75	9.6	1.2
L/D	3.583	3.2	0.76666667
Re	6.42E+06	3.52E+07	4.40E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	1.88272	6.347456	1.88272
B	1.75	9.6	6
F	20.66	237.03	10.39
M	64.76	-355.54	-4.78

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

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

 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

## 6. SOLLECITAZIONI

Come precedentemente descritto si è valutata la posizione del singolo convoglio per massimizzare la sollecitazione d'interesse. Questo ha portato alla definizione di tre configurazioni per la progettazione e verifica del pulvino, del fusto pila, della fondazione e dei pali. Di seguito si riportano le tabelle di tutte le combinazioni di carico, funzione delle suddette configurazioni.

### 6.1 Combinazioni di carico

#### 6.1.1 Configurazione 1

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA</b>						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	22995.8	1080.98	1220.53	3186.2	6229.88	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	16084	0	971.706	2162.09	5364.38	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	22995.8	2161.95	801.558	3672.64	3577.78	
A1_SLU_gr4_centrif_4	21488.8	1729.56	998.687	3353.13	4993.92	
A1_SLU_gr1+vento_5	22995.8	1093.47	2231.49	3186.2	11057.5	
A1_SLU_gr2+vento_6	16084	12.4998	1982.67	2162.09	10192	
A1_SLU_gr3+vento_7	22995.8	2174.45	1812.52	3672.64	8405.36	
A1_SLU_gr4+vento_8	21488.8	1742.06	2009.65	3353.13	9821.5	
A1_SLU_vento_gr1_9	21488.8	885.613	2617.96	2963.98	13010.3	
A1_SLU_vento_gr2_10	15959.3	20.833	2458.71	2144.69	12335.8	
A1_SLU_vento_gr3_11	21488.8	1750.39	2282.78	3353.13	10888.7	
A1_SLU_vento_gr4_12	21488.8	1750.39	2683.63	3353.13	13039.9	
SLE_rar_gr1_Treno_14	16079.9	745.5	776.825	2243.65	4267.25	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	11313.1	0	662.423	1537.37	3696.1	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	16079.9	1491	487.879	2579.12	2438.22	
SLE_rar_gr4_centrif_17	15040.5	1192.8	636.302	2358.77	3420.48	
SLE_rar_gr1+vento_18	16079.9	753.833	1450.8	2243.65	7485.64	
SLE_rar_gr2+vento_19	11313.1	8.33318	1336.4	1537.37	6914.48	
SLE_rar_gr3+vento_20	16079.9	1499.33	1161.85	2579.12	5656.61	
SLE_rar_gr4+vento_21	15040.5	1201.13	1310.28	2358.77	6638.86	
SLE_rar_vento_gr1_22	15040.5	610.289	1724.8	2090.39	8768.8	
SLE_rar_vento_gr2_23	11227.1	13.8886	1651.58	1525.37	8320.11	
SLE_rar_vento_gr3_24	15040.5	1206.69	1493.64	2358.77	7305.57	
SLE_rar_vento_gr4_25	15040.5	1206.69	1759.6	2358.77	8784.45	

SLE_fre_gr1_Treno_27	15040.5	596.4	578.306	2090.39	3394.38
SLE_fre_gr2_Scarico_28	11227.1	0	517.292	1525.37	2951.19
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	15040.5	1192.8	347.149	2358.77	1931.16
SLE_fre_gr4_centrif_30	15040.5	1192.8	607.304	2358.77	3407.43
SLE_fre_gr1+vento_31	15040.5	599.178	802.965	2090.39	4467.18
SLE_fre_gr2+vento_32	11227.1	2.77773	741.95	1525.37	4023.98
SLE_fre_gr3+vento_33	15040.5	1195.58	571.808	2358.77	3003.95
SLE_fre_gr4+vento_34	15040.5	1195.58	831.963	2358.77	4480.23
SLE_fre_vento_gr1_35	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82
SLE_fre_vento_gr2_36	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82
SLE_fre_vento_gr3_37	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82
SLE_fre_vento_gr4_38	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82
SLE_fre_gr1_temp39	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_fre_gr2_temp40	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_fre_gr3_temp41	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_fre_gr3_temp42	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_qp_gr1_Treno_44	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_45	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_47	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr2+vento_49	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr3+vento_50	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr4+vento_51	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr1_52	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr2_53	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr3_54	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr4_55	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr1_temp56	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp57	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp58	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp59	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_60	11486.2	3511.66	1039.11	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	11486.2	1055.44	2795.2	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	12893.5	1055.44	1039.11	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	11486.2	3862.55	1114.37	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	11486.2	1160.71	3046.07	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	12893.5	1160.71	1114.37	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	11486.2	5255.91	1414.64	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	11486.2	1578.72	4046.98	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	12893.5	1578.72	1414.64	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	11037.3	1841.9	683.407	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	11037.3	554.514	1609.52	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	11397.1	554.514	683.407	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	30273.7	1080.98	1220.53	19725.1	24904
A1_SLU_gr2_Scarico_2	23361.9	0	971.706	2162.09	20231.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30273.7	2161.95	801.558	36750.5	15841.6
A1_SLU_gr4_centrif_4	28766.6	1729.56	998.687	29815.4	20273.8
A1_SLU_gr1+vento_5	30273.7	1093.47	2231.49	19916.4	45199.3
A1_SLU_gr2+vento_6	23361.9	12.4998	1982.67	2353.34	40526.8
A1_SLU_gr3+vento_7	30273.7	2174.45	1812.52	36941.7	36136.9
A1_SLU_gr4+vento_8	28766.6	1742.06	2009.65	30006.6	40569.2
A1_SLU_vento_gr1_9	28766.6	885.613	2617.96	16513.9	53065.1
A1_SLU_vento_gr2_10	23237.2	20.833	2458.71	2463.44	49954.2
A1_SLU_vento_gr3_11	28766.6	1750.39	2282.78	30134.1	45815.2
A1_SLU_vento_gr4_12	28766.6	1750.39	2683.63	30134.1	54099.4
SLE_rar_gr1_Treno_14	21470.9	745.5	776.825	13649.8	16152.7
SLE_rar_gr2_Scarico_15	16704.2	0	662.423	1537.37	13831.2
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	21470.9	1491	487.879	25391.4	9902.77
SLE_rar_gr4_centrif_17	20431.6	1192.8	636.302	20608.6	13155.9
SLE_rar_gr1+vento_18	21470.9	753.833	1450.8	13777.3	29682.9
SLE_rar_gr2+vento_19	16704.2	8.33318	1336.4	1664.87	27361.4
SLE_rar_gr3+vento_20	21470.9	1499.33	1161.85	25518.9	23433
SLE_rar_gr4+vento_21	20431.6	1201.13	1310.28	20736.1	26686.1
SLE_rar_vento_gr1_22	20431.6	610.289	1724.8	11427.8	35158.2
SLE_rar_vento_gr2_23	16618.2	13.8886	1651.58	1737.86	33589.3
SLE_rar_vento_gr3_24	20431.6	1206.69	1493.64	20821.1	30158.3
SLE_rar_vento_gr4_25	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3
SLE_fre_gr1_Treno_27	20431.6	596.4	578.306	11215.3	12242.5
SLE_fre_gr2_Scarico_28	16618.2	0	517.292	1525.37	10865.8
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	20431.6	1192.8	347.149	20608.6	7242.54
SLE_fre_gr4_centrif_30	20431.6	1192.8	607.304	20608.6	12699.2
SLE_fre_gr1+vento_31	20431.6	599.178	802.965	11257.8	16752.5
SLE_fre_gr2+vento_32	16618.2	2.77773	741.95	1567.87	15375.8
SLE_fre_gr3+vento_33	20431.6	1195.58	571.808	20651.1	11752.6
SLE_fre_gr4+vento_34	20431.6	1195.58	831.963	20651.1	17209.3
SLE_fre_vento_gr1_35	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2



SLE_fre_vento_gr2_36	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2
SLE_fre_vento_gr3_37	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2
SLE_fre_vento_gr4_38	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2
SLE_fre_gr1_temp39	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_fre_gr2_temp40	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_fre_gr3_temp41	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_fre_gr3_temp42	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_qp_gr1_Treno_44	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_Scarico_45	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr4_centrif_47	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr1+vento_48	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr2+vento_49	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr3+vento_50	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr4+vento_51	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr1_52	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr2_53	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr3_54	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr4_55	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr1_temp56	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_temp57	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp58	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp59	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
E_103x_SLV_q=1.5_60	16877.3	3511.66	1039.11	53590.7	14565.6
E_103y_SLV_q=1.5_61	16877.3	1055.44	2795.2	17111.4	45983.9
E_103z_SLV_q=1.5_62	18284.5	1055.44	1039.11	17111.4	14565.6
E_103x_SLV_q=1.36_63	16877.3	3862.55	1114.37	58802	15912.1
E_103y_SLV_q=1.36_64	16877.3	1160.71	3046.07	18674.8	50472.2
E_103z_SLV_q=1.36_65	18284.5	1160.71	1114.37	18674.8	15912.1
E_103x_SLV_q=1_66	16877.3	5255.91	1414.64	79520.8	21301.2
E_103y_SLV_q=1_67	16877.3	1578.72	4046.98	24890.4	68435.9
E_103z_SLV_q=1_68	18284.5	1578.72	1414.64	24890.4	21301.2
E_103x_SLD_q=1_69	16428.3	1841.9	683.407	28776.2	8187.88
E_103y_SLD_q=1_70	16428.3	554.514	1609.52	9667.01	24724.8
E_103z_SLD_q=1_71	16788.1	554.514	683.407	9667.01	8187.88

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	56620.2	1080.98	1220.53	22968	28565.6
A1_SLU_gr2_Scarico_2	49708.5	0	971.706	2162.09	23146.6
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	56620.2	2161.95	801.558	43236.3	18246.3
A1_SLU_gr4_centrif_4	55113.2	1729.56	998.687	35004.1	23269.9
A1_SLU_gr1+vento_5	56620.2	1093.47	2231.49	23196.8	51893.8
A1_SLU_gr2+vento_6	49708.5	12.4998	1982.67	2390.84	46474.8
A1_SLU_gr3+vento_7	56620.2	2174.45	1812.52	43465.1	41574.5
A1_SLU_gr4+vento_8	55113.2	1742.06	2009.65	35232.8	46598.1
A1_SLU_vento_gr1_9	55113.2	885.613	2617.96	19170.7	60919
A1_SLU_vento_gr2_10	49583.8	20.833	2458.71	2525.94	57330.3
A1_SLU_vento_gr3_11	55113.2	1750.39	2282.78	35385.3	52663.6
A1_SLU_vento_gr4_12	55113.2	1750.39	2683.63	35385.3	62150.3
SLE_rar_gr1_Treno_14	40986.9	745.5	776.825	15886.3	18483.1
SLE_rar_gr2_Scarico_15	36220.1	0	662.423	1537.37	15818.4
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	40986.9	1491	487.879	29864.4	11366.4
SLE_rar_gr4_centrif_17	39947.5	1192.8	636.302	24187	15064.8
SLE_rar_gr1+vento_18	40986.9	753.833	1450.8	16038.8	34035.3
SLE_rar_gr2+vento_19	36220.1	8.33318	1336.4	1689.87	31370.6
SLE_rar_gr3+vento_20	40986.9	1499.33	1161.85	30016.9	26918.5
SLE_rar_gr4+vento_21	39947.5	1201.13	1310.28	24339.5	30617
SLE_rar_vento_gr1_22	39947.5	610.289	1724.8	13258.7	40332.6
SLE_rar_vento_gr2_23	36134.1	13.8886	1651.58	1779.53	38544
SLE_rar_vento_gr3_24	39947.5	1206.69	1493.64	24441.2	34639.2
SLE_rar_vento_gr4_25	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1
SLE_fre_gr1_Treno_27	39947.5	596.4	578.306	13004.5	13977.4
SLE_fre_gr2_Scarico_28	36134.1	0	517.292	1525.37	12417.6
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	39947.5	1192.8	347.149	24187	8283.99
SLE_fre_gr4_centrif_30	39947.5	1192.8	607.304	24187	14521.1
SLE_fre_gr1+vento_31	39947.5	599.178	802.965	13055.3	19161.4
SLE_fre_gr2+vento_32	36134.1	2.77773	741.95	1576.2	17601.7
SLE_fre_gr3+vento_33	39947.5	1195.58	571.808	24237.8	13468
SLE_fre_gr4+vento_34	39947.5	1195.58	831.963	24237.8	19705.1
SLE_fre_vento_gr1_35	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7
SLE_fre_vento_gr2_36	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7

SLE_fre_vento_gr3_37	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7
SLE_fre_vento_gr4_38	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7
SLE_fre_gr1_temp39	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_fre_gr2_temp40	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_fre_gr3_temp41	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_fre_gr3_temp42	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_qp_gr1_Treno_44	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr2_Scarico_45	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr4_centrif_47	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr1+vento_48	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr2+vento_49	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr3+vento_50	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr4+vento_51	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr1_52	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr2_53	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr3_54	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr4_55	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr1_temp56	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr2_temp57	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr3_temp58	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr3_temp59	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
E_103x_SLV_q=1.5_60	36663.5	5013.62	1489.7	68631.6	19034.7
E_103y_SLV_q=1.5_61	36663.5	2557.41	3245.79	24783.6	55721.3
E_103z_SLV_q=1.5_62	38701.5	2557.41	1489.7	24783.6	19034.7
E_103x_SLV_q=1.36_63	36663.5	5364.51	1564.96	74895.6	20607
E_103y_SLV_q=1.36_64	36663.5	2662.67	3496.66	26662.8	60962.2
E_103z_SLV_q=1.36_65	38701.5	2662.67	1564.96	26662.8	20607
E_103x_SLV_q=1_66	36663.5	6757.87	1865.23	99794.4	26896.9
E_103y_SLV_q=1_67	36663.5	3080.68	4497.57	34132.4	81928.7
E_103z_SLV_q=1_68	38701.5	3080.68	1865.23	34132.4	26896.9
E_103x_SLD_q=1_69	36039.7	2592.29	908.523	36553	10913.5
E_103y_SLD_q=1_70	36039.7	1304.9	1834.64	13581.7	30228.7
E_103z_SLD_q=1_71	36622.2	1304.9	908.523	13581.7	10913.5

## 6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	20327.4	1080.98	1124.47	8401.74	5919.81
A1_SLU_gr2_Scarico_73	16084	0	971.706	2162.09	5364.38
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	20327.4	2161.95	705.494	8888.18	3267.71
A1_SLU_gr4_centrif_75	19354	1729.56	921.836	7525.57	4745.86
A1_SLU_gr1+vento_76	20327.4	1093.47	2135.43	8401.74	10747.4
A1_SLU_gr2+vento_77	16084	12.4998	1982.67	2162.09	10192
A1_SLU_gr3+vento_78	20327.4	2174.45	1716.46	8888.18	8095.29
A1_SLU_gr4+vento_79	19354	1742.06	1932.8	7525.57	9573.44
A1_SLU_vento_gr1_80	19354	885.613	2556.48	7136.41	12769.2
A1_SLU_vento_gr2_81	15959.3	20.833	2458.71	2144.69	12335.8
A1_SLU_vento_gr3_82	19354	1750.39	2221.3	7525.57	10647.5
A1_SLU_vento_gr4_83	19354	1750.39	2606.78	7525.57	12791.8
SLE_rar_gr1_Treno_85	14239.6	745.5	732.658	5840.58	4063.35
SLE_rar_gr2_Scarico_86	11313.1	0	662.423	1537.37	3696.1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	14239.6	1491	443.711	6176.05	2234.32
SLE_rar_gr4_centrif_88	13568.3	1192.8	600.968	5236.31	3257.36
SLE_rar_gr1+vento_89	14239.6	753.833	1406.63	5840.58	7281.73
SLE_rar_gr2+vento_90	11313.1	8.33318	1336.4	1537.37	6914.48
SLE_rar_gr3+vento_91	14239.6	1499.33	1117.69	6176.05	5452.7
SLE_rar_gr4+vento_92	13568.3	1201.13	1274.94	5236.31	6475.74
SLE_rar_vento_gr1_93	13568.3	610.289	1696.53	4967.93	8608.85
SLE_rar_vento_gr2_94	11227.1	13.8886	1651.58	1525.37	8320.11
SLE_rar_vento_gr3_95	13568.3	1206.69	1465.37	5236.31	7145.63
SLE_rar_vento_gr4_96	13568.3	1206.69	1724.26	5236.31	8621.33
SLE_fre_gr1_Treno_98	13568.3	596.4	554.75	4967.93	3236.56
SLE_fre_gr2_Scarico_99	11227.1	0	517.292	1525.37	2951.19
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	13568.3	1192.8	323.593	5236.31	1773.34
SLE_fre_gr4_centrif_101	13568.3	1192.8	577.859	5236.31	3246.96
SLE_fre_gr1+vento_102	13568.3	599.178	779.409	4967.93	4309.35
SLE_fre_gr2+vento_103	11227.1	2.77773	741.95	1525.37	4023.98
SLE_fre_gr3+vento_104	13568.3	1195.58	548.252	5236.31	2846.13
SLE_fre_gr4+vento_105	13568.3	1195.58	802.518	5236.31	4319.75

SLE_fre_vento_gr1_106	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82
SLE_fre_vento_gr2_107	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82
SLE_fre_vento_gr3_108	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82
SLE_fre_vento_gr4_109	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82
SLE_fre_gr1_temp110	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_fre_gr2_temp111	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_fre_gr3_temp112	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_fre_gr3_temp113	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_qp_gr1_Treno_115	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_116	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_118	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_119	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr2+vento_120	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr3+vento_121	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr4+vento_122	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr1_123	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr2_124	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr3_125	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr4_126	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr1_temp127	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp128	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp129	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp130	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_131	11486.2	3511.66	1039.11	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	11486.2	1055.44	2795.2	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	12893.5	1055.44	1039.11	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	11486.2	3862.55	1114.37	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	11486.2	1160.71	3046.07	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	12893.5	1160.71	1114.37	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	11486.2	5255.91	1414.64	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	11486.2	1578.72	4046.98	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	12893.5	1578.72	1414.64	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	11076	2226.86	710.225	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	11076	670.003	1698.92	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	11525.9	670.003	710.225	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	27605.3	1080.98	1124.47	24940.7	23124.1
A1_SLU_gr2_Scarico_73	23361.9	0	971.706	2162.09	20231.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	27605.3	2161.95	705.494	41966	14061.8
A1_SLU_gr4_centrif_75	26631.9	1729.56	921.836	33987.8	18850
A1_SLU_gr1+vento_76	27605.3	1093.47	2135.43	25131.9	43419.5
A1_SLU_gr2+vento_77	23361.9	12.4998	1982.67	2353.34	40526.8
A1_SLU_gr3+vento_78	27605.3	2174.45	1716.46	42157.3	34357.1
A1_SLU_gr4+vento_79	26631.9	1742.06	1932.8	34179.1	39145.3
A1_SLU_vento_gr1_80	26631.9	885.613	2556.48	20686.3	51883.3
A1_SLU_vento_gr2_81	23237.2	20.833	2458.71	2463.44	49954.2
A1_SLU_vento_gr3_82	26631.9	1750.39	2221.3	34306.6	44633.4
A1_SLU_vento_gr4_83	26631.9	1750.39	2606.78	34306.6	52675.5
SLE_rar_gr1_Treno_85	19630.6	745.5	732.658	17246.7	15273
SLE_rar_gr2_Scarico_86	16704.2	0	662.423	1537.37	13831.2
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	19630.6	1491	443.711	28988.4	9023.1
SLE_rar_gr4_centrif_88	18959.3	1192.8	600.968	23486.2	12452.2
SLE_rar_gr1+vento_89	19630.6	753.833	1406.63	17374.2	28803.2
SLE_rar_gr2+vento_90	16704.2	8.33318	1336.4	1664.87	27361.4
SLE_rar_gr3+vento_91	19630.6	1499.33	1117.69	29115.8	22553.3
SLE_rar_gr4+vento_92	18959.3	1201.13	1274.94	23613.7	25982.4
SLE_rar_vento_gr1_93	18959.3	610.289	1696.53	14305.4	34565.8
SLE_rar_vento_gr2_94	16618.2	13.8886	1651.58	1737.86	33589.3
SLE_rar_vento_gr3_95	18959.3	1206.69	1465.37	23698.7	29565.8
SLE_rar_vento_gr4_96	18959.3	1206.69	1724.26	23698.7	35002.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	18959.3	596.4	554.75	14092.9	11724.2
SLE_fre_gr2_Scarico_99	16618.2	0	517.292	1525.37	10865.8
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	18959.3	1192.8	323.593	23486.2	6724.31
SLE_fre_gr4_centrif_101	18959.3	1192.8	577.859	23486.2	12088.2
SLE_fre_gr1+vento_102	18959.3	599.178	779.409	14135.4	16234.3
SLE_fre_gr2+vento_103	16618.2	2.77773	741.95	1567.87	15375.8
SLE_fre_gr3+vento_104	18959.3	1195.58	548.252	23528.7	11234.4
SLE_fre_gr4+vento_105	18959.3	1195.58	802.518	23528.7	16598.3
SLE_fre_vento_gr1_106	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2

SLE_fre_vento_gr2_107	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2
SLE_fre_vento_gr3_108	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2
SLE_fre_vento_gr4_109	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2
SLE_fre_gr1_temp110	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_fre_gr2_temp111	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_fre_gr3_temp112	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_fre_gr3_temp113	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_qp_gr1_Treno_115	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_Scarico_116	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr4_centrif_118	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr1+vento_119	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr2+vento_120	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr3+vento_121	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr4+vento_122	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr1_123	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr2_124	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr3_125	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr4_126	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr1_temp127	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_temp128	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp129	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp130	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
E_103x_SLV_q=1.5_131	16877.3	3511.66	1039.11	53590.7	14565.6
E_103y_SLV_q=1.5_132	16877.3	1055.44	2795.2	17111.4	45983.9
E_103z_SLV_q=1.5_133	18284.5	1055.44	1039.11	17111.4	14565.6
E_103x_SLV_q=1.36_134	16877.3	3862.55	1114.37	58802	15912.1
E_103y_SLV_q=1.36_135	16877.3	1160.71	3046.07	18674.8	50472.2
E_103z_SLV_q=1.36_136	18284.5	1160.71	1114.37	18674.8	15912.1
E_103x_SLV_q=1_137	16877.3	5255.91	1414.64	79520.8	21301.2
E_103y_SLV_q=1_138	16877.3	1578.72	4046.98	24890.4	68435.9
E_103z_SLV_q=1_139	18284.5	1578.72	1414.64	24890.4	21301.2
E_103x_SLD_q=1_140	16467	2226.86	710.225	36670.5	9244.1
E_103y_SLD_q=1_141	16467	670.003	1698.92	12035.3	28245.6
E_103z_SLD_q=1_142	16916.9	670.003	710.225	12035.3	9244.1

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	53951.8	1080.98	1124.47	28183.6	26497.5
A1_SLU_gr2_Scarico_73	49708.5	0	971.706	2162.09	23146.6
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	53951.8	2161.95	705.494	48451.9	16178.3
A1_SLU_gr4_centrif_75	52978.4	1729.56	921.836	39176.5	21615.5
A1_SLU_gr1+vento_76	53951.8	1093.47	2135.43	28412.3	49825.8
A1_SLU_gr2+vento_77	49708.5	12.4998	1982.67	2390.84	46474.8
A1_SLU_gr3+vento_78	53951.8	2174.45	1716.46	48680.6	39506.5
A1_SLU_gr4+vento_79	52978.4	1742.06	1932.8	39405.3	44943.7
A1_SLU_vento_gr1_80	52978.4	885.613	2556.48	23343.1	59552.8
A1_SLU_vento_gr2_81	49583.8	20.833	2458.71	2525.94	57330.3
A1_SLU_vento_gr3_82	52978.4	1750.39	2221.3	39557.8	51297.4
A1_SLU_vento_gr4_83	52978.4	1750.39	2606.78	39557.8	60495.8
SLE_rar_gr1_Treno_85	39146.6	745.5	732.658	19483.2	17471
SLE_rar_gr2_Scarico_86	36220.1	0	662.423	1537.37	15818.4
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	39146.6	1491	443.711	33461.4	10354.2
SLE_rar_gr4_centrif_88	38475.3	1192.8	600.968	27064.6	14255.1
SLE_rar_gr1+vento_89	39146.6	753.833	1406.63	19635.7	33023.1
SLE_rar_gr2+vento_90	36220.1	8.33318	1336.4	1689.87	31370.6
SLE_rar_gr3+vento_91	39146.6	1499.33	1117.69	33613.8	25906.4
SLE_rar_gr4+vento_92	38475.3	1201.13	1274.94	27217.1	29807.2
SLE_rar_vento_gr1_93	38475.3	610.289	1696.53	16136.2	39655.4
SLE_rar_vento_gr2_94	36134.1	13.8886	1651.58	1779.53	38544
SLE_rar_vento_gr3_95	38475.3	1206.69	1465.37	27318.7	33962
SLE_rar_vento_gr4_96	38475.3	1206.69	1724.26	27318.7	40175.3
SLE_fre_gr1_Treno_98	38475.3	596.4	554.75	15882.1	13388.5
SLE_fre_gr2_Scarico_99	36134.1	0	517.292	1525.37	12417.6
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	38475.3	1192.8	323.593	27064.6	7695.09
SLE_fre_gr4_centrif_101	38475.3	1192.8	577.859	27064.6	13821.8
SLE_fre_gr1+vento_102	38475.3	599.178	779.409	15932.9	18572.5
SLE_fre_gr2+vento_103	36134.1	2.77773	741.95	1576.2	17601.7
SLE_fre_gr3+vento_104	38475.3	1195.58	548.252	27115.4	12879.1
SLE_fre_gr4+vento_105	38475.3	1195.58	802.518	27115.4	19005.8
SLE_fre_vento_gr1_106	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7



SLE_fre_vento_gr2_107	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7
SLE_fre_vento_gr3_108	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7
SLE_fre_vento_gr4_109	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7
SLE_fre_gr1_temp110	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_fre_gr2_temp111	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_fre_gr3_temp112	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_fre_gr3_temp113	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_qp_gr1_Treno_115	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr2_Scarico_116	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr4_centrif_118	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr1+vento_119	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr2+vento_120	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr3+vento_121	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr4+vento_122	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr1_123	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr2_124	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr3_125	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr4_126	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr1_temp127	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr2_temp128	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr3_temp129	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr3_temp130	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
E_103x_SLV_q=1.5_131	36663.5	5013.62	1489.7	68631.6	19034.7
E_103y_SLV_q=1.5_132	36663.5	2557.41	3245.79	24783.6	55721.3
E_103z_SLV_q=1.5_133	38701.5	2557.41	1489.7	24783.6	19034.7
E_103x_SLV_q=1.36_134	36663.5	5364.51	1564.96	74895.6	20607
E_103y_SLV_q=1.36_135	36663.5	2662.67	3496.66	26662.8	60962.2
E_103z_SLV_q=1.36_136	38701.5	2662.67	1564.96	26662.8	20607
E_103x_SLV_q=1_137	36663.5	6757.87	1865.23	99794.4	26896.9
E_103y_SLV_q=1_138	36663.5	3080.68	4497.57	34132.4	81928.7
E_103z_SLV_q=1_139	38701.5	3080.68	1865.23	34132.4	26896.9
E_103x_SLD_q=1_140	36078.4	2977.25	935.342	45602.3	12050.1
E_103y_SLD_q=1_141	36078.4	1420.39	1924.03	16296.5	34017.7
E_103z_SLD_q=1_142	36751	1420.39	935.342	16296.5	12050.1

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	22995.8	1080.98	1220.53	3186.2	6229.88
A1_SLU_gr2_Scarico_144	16084	0	971.706	2162.09	5364.38
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	22995.8	2161.95	801.558	3672.64	3577.78
A1_SLU_gr4_centrif_146	21488.8	1729.56	998.687	3353.13	4993.92
A1_SLU_gr1+vento_147	22995.8	1093.47	2231.49	3186.2	11057.5
A1_SLU_gr2+vento_148	16084	12.4998	1982.67	2162.09	10192
A1_SLU_gr3+vento_149	22995.8	2174.45	1812.52	3672.64	8405.36
A1_SLU_gr4+vento_150	21488.8	1742.06	2009.65	3353.13	9821.5
A1_SLU_vento_gr1_151	21488.8	885.613	2617.96	2963.98	13010.3
A1_SLU_vento_gr2_152	15959.3	20.833	2458.71	2144.69	12335.8
A1_SLU_vento_gr3_153	21488.8	1750.39	2282.78	3353.13	10888.7
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1750.39	2683.63	3353.13	13039.9
SLE_rar_gr1_Treno_156	16079.9	745.5	776.825	2243.65	4267.25
SLE_rar_gr2_Scarico_157	11313.1	0	662.423	1537.37	3696.1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	16079.9	1491	487.879	2579.12	2438.22
SLE_rar_gr4_centrif_159	15040.5	1192.8	636.302	2358.77	3420.48
SLE_rar_gr1+vento_160	16079.9	753.833	1450.8	2243.65	7485.64
SLE_rar_gr2+vento_161	11313.1	8.33318	1336.4	1537.37	6914.48
SLE_rar_gr3+vento_162	16079.9	1499.33	1161.85	2579.12	5656.61
SLE_rar_gr4+vento_163	15040.5	1201.13	1310.28	2358.77	6638.86
SLE_rar_vento_gr1_164	15040.5	610.289	1724.8	2090.39	8768.8
SLE_rar_vento_gr2_165	11227.1	13.8886	1651.58	1525.37	8320.11
SLE_rar_vento_gr3_166	15040.5	1206.69	1493.64	2358.77	7305.57
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1206.69	1759.6	2358.77	8784.45
SLE_fre_gr1_Treno_169	15040.5	596.4	578.306	2090.39	3394.38
SLE_fre_gr2_Scarico_170	11227.1	0	517.292	1525.37	2951.19
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	15040.5	1192.8	347.149	2358.77	1931.16
SLE_fre_gr4_centrif_172	15040.5	1192.8	607.304	2358.77	3407.43
SLE_fre_gr1+vento_173	15040.5	599.178	802.965	2090.39	4467.18
SLE_fre_gr2+vento_174	11227.1	2.77773	741.95	1525.37	4023.98
SLE_fre_gr3+vento_175	15040.5	1195.58	571.808	2358.77	3003.95
SLE_fre_gr4+vento_176	15040.5	1195.58	831.963	2358.77	4480.23
SLE_fre_vento_gr1_177	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82

SLE_fre_vento_gr2_178	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82
SLE_fre_vento_gr3_179	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82
SLE_fre_vento_gr4_180	10883.1	6.94432	623.489	1477.37	2709.82
SLE_fre_gr1_temp181	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_fre_gr2_temp182	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_fre_gr3_temp183	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_fre_gr3_temp184	10883.1	2.77773	298.869	1477.37	1106.19
SLE_qp_gr1_Treno_186	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_187	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_189	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr2+vento_191	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr3+vento_192	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr4+vento_193	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr1_194	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr2_195	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr3_196	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_vento_gr4_197	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr1_temp198	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp199	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp200	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp201	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_202	11486.2	3511.66	1039.11	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	11486.2	1055.44	2795.2	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	12893.5	1055.44	1039.11	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	11486.2	3862.55	1114.37	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	11486.2	1160.71	3046.07	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	12893.5	1160.71	1114.37	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	11486.2	5255.91	1414.64	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	11486.2	1578.72	4046.98	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	12893.5	1578.72	1414.64	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	11076	2226.86	710.225	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	11076	670.003	1698.92	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	11525.9	670.003	710.225	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**


combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	30273.7	1080.98	1220.53	19725.1	24904
A1_SLU_gr2_Scarico_144	23361.9	0	971.706	2162.09	20231.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	30273.7	2161.95	801.558	36750.5	15841.6
A1_SLU_gr4_centrif_146	28766.6	1729.56	998.687	29815.4	20273.8
A1_SLU_gr1+vento_147	30273.7	1093.47	2231.49	19916.4	45199.3
A1_SLU_gr2+vento_148	23361.9	12.4998	1982.67	2353.34	40526.8
A1_SLU_gr3+vento_149	30273.7	2174.45	1812.52	36941.7	36136.9
A1_SLU_gr4+vento_150	28766.6	1742.06	2009.65	30006.6	40569.2
A1_SLU_vento_gr1_151	28766.6	885.613	2617.96	16513.9	53065.1
A1_SLU_vento_gr2_152	23237.2	20.833	2458.71	2463.44	49954.2
A1_SLU_vento_gr3_153	28766.6	1750.39	2282.78	30134.1	45815.2
A1_SLU_vento_gr4_154	28766.6	1750.39	2683.63	30134.1	54099.4
SLE_rar_gr1_Treno_156	21470.9	745.5	776.825	13649.8	16152.7
SLE_rar_gr2_Scarico_157	16704.2	0	662.423	1537.37	13831.2
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	21470.9	1491	487.879	25391.4	9902.77
SLE_rar_gr4_centrif_159	20431.6	1192.8	636.302	20608.6	13155.9
SLE_rar_gr1+vento_160	21470.9	753.833	1450.8	13777.3	29682.9
SLE_rar_gr2+vento_161	16704.2	8.33318	1336.4	1664.87	27361.4
SLE_rar_gr3+vento_162	21470.9	1499.33	1161.85	25518.9	23433
SLE_rar_gr4+vento_163	20431.6	1201.13	1310.28	20736.1	26686.1
SLE_rar_vento_gr1_164	20431.6	610.289	1724.8	11427.8	35158.2
SLE_rar_vento_gr2_165	16618.2	13.8886	1651.58	1737.86	33589.3
SLE_rar_vento_gr3_166	20431.6	1206.69	1493.64	20821.1	30158.3
SLE_rar_vento_gr4_167	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3
SLE_fre_gr1_Treno_169	20431.6	596.4	578.306	11215.3	12242.5
SLE_fre_gr2_Scarico_170	16618.2	0	517.292	1525.37	10865.8
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	20431.6	1192.8	347.149	20608.6	7242.54
SLE_fre_gr4_centrif_172	20431.6	1192.8	607.304	20608.6	12699.2
SLE_fre_gr1+vento_173	20431.6	599.178	802.965	11257.8	16752.5
SLE_fre_gr2+vento_174	16618.2	2.77773	741.95	1567.87	15375.8
SLE_fre_gr3+vento_175	20431.6	1195.58	571.808	20651.1	11752.6
SLE_fre_gr4+vento_176	20431.6	1195.58	831.963	20651.1	17209.3
SLE_fre_vento_gr1_177	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2

SLE_fre_vento_gr2_178	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2
SLE_fre_vento_gr3_179	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2
SLE_fre_vento_gr4_180	16274.2	6.94432	623.489	1583.62	12249.2
SLE_fre_gr1_temp181	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_fre_gr2_temp182	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_fre_gr3_temp183	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_fre_gr3_temp184	16274.2	2.77773	298.869	1519.87	5678.89
SLE_qp_gr1_Treno_186	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_Scarico_187	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr4_centrif_189	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr1+vento_190	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr2+vento_191	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr3+vento_192	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr4+vento_193	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr1_194	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr2_195	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr3_196	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_vento_gr4_197	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09
SLE_qp_gr1_temp198	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_temp199	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp200	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp201	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014
E_103x_SLV_q=1.5_202	16877.3	3511.66	1039.11	53590.7	14565.6
E_103y_SLV_q=1.5_203	16877.3	1055.44	2795.2	17111.4	45983.9
E_103z_SLV_q=1.5_204	18284.5	1055.44	1039.11	17111.4	14565.6
E_103x_SLV_q=1.36_205	16877.3	3862.55	1114.37	58802	15912.1
E_103y_SLV_q=1.36_206	16877.3	1160.71	3046.07	18674.8	50472.2
E_103z_SLV_q=1.36_207	18284.5	1160.71	1114.37	18674.8	15912.1
E_103x_SLV_q=1_208	16877.3	5255.91	1414.64	79520.8	21301.2
E_103y_SLV_q=1_209	16877.3	1578.72	4046.98	24890.4	68435.9
E_103z_SLV_q=1_210	18284.5	1578.72	1414.64	24890.4	21301.2
E_103x_SLD_q=1_211	16467	2226.86	710.225	36670.5	9244.1
E_103y_SLD_q=1_212	16467	670.003	1698.92	12035.3	28245.6
E_103z_SLD_q=1_213	16916.9	670.003	710.225	12035.3	9244.1

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	56620.2	1080.98	1220.53	22968	28565.6
A1_SLU_gr2_Scarico_144	49708.5	0	971.706	2162.09	23146.6
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	56620.2	2161.95	801.558	43236.3	18246.3
A1_SLU_gr4_centrif_146	55113.2	1729.56	998.687	35004.1	23269.9
A1_SLU_gr1+vento_147	56620.2	1093.47	2231.49	23196.8	51893.8
A1_SLU_gr2+vento_148	49708.5	12.4998	1982.67	2390.84	46474.8
A1_SLU_gr3+vento_149	56620.2	2174.45	1812.52	43465.1	41574.5
A1_SLU_gr4+vento_150	55113.2	1742.06	2009.65	35232.8	46598.1
A1_SLU_vento_gr1_151	55113.2	885.613	2617.96	19170.7	60919
A1_SLU_vento_gr2_152	49583.8	20.833	2458.71	2525.94	57330.3
A1_SLU_vento_gr3_153	55113.2	1750.39	2282.78	35385.3	52663.6
A1_SLU_vento_gr4_154	55113.2	1750.39	2683.63	35385.3	62150.3
SLE_rar_gr1_Treno_156	40986.9	745.5	776.825	15886.3	18483.1
SLE_rar_gr2_Scarico_157	36220.1	0	662.423	1537.37	15818.4
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	40986.9	1491	487.879	29864.4	11366.4
SLE_rar_gr4_centrif_159	39947.5	1192.8	636.302	24187	15064.8
SLE_rar_gr1+vento_160	40986.9	753.833	1450.8	16038.8	34035.3
SLE_rar_gr2+vento_161	36220.1	8.33318	1336.4	1689.87	31370.6
SLE_rar_gr3+vento_162	40986.9	1499.33	1161.85	30016.9	26918.5
SLE_rar_gr4+vento_163	39947.5	1201.13	1310.28	24339.5	30617
SLE_rar_vento_gr1_164	39947.5	610.289	1724.8	13258.7	40332.6
SLE_rar_vento_gr2_165	36134.1	13.8886	1651.58	1779.53	38544
SLE_rar_vento_gr3_166	39947.5	1206.69	1493.64	24441.2	34639.2
SLE_rar_vento_gr4_167	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1
SLE_fre_gr1_Treno_169	39947.5	596.4	578.306	13004.5	13977.4
SLE_fre_gr2_Scarico_170	36134.1	0	517.292	1525.37	12417.6
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	39947.5	1192.8	347.149	24187	8283.99
SLE_fre_gr4_centrif_172	39947.5	1192.8	607.304	24187	14521.1
SLE_fre_gr1+vento_173	39947.5	599.178	802.965	13055.3	19161.4
SLE_fre_gr2+vento_174	36134.1	2.77773	741.95	1576.2	17601.7
SLE_fre_gr3+vento_175	39947.5	1195.58	571.808	24237.8	13468
SLE_fre_gr4+vento_176	39947.5	1195.58	831.963	24237.8	19705.1
SLE_fre_vento_gr1_177	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7

SLE_fre_vento_gr2_178	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7
SLE_fre_vento_gr3_179	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7
SLE_fre_vento_gr4_180	35790.1	6.94432	623.489	1604.45	14119.7
SLE_fre_gr1_temp181	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_fre_gr2_temp182	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_fre_gr3_temp183	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_fre_gr3_temp184	35790.1	2.77773	298.869	1528.2	6575.5
SLE_qp_gr1_Treno_186	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr2_Scarico_187	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr4_centrif_189	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr1+vento_190	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr2+vento_191	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr3+vento_192	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr4+vento_193	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr1_194	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr2_195	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr3_196	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_vento_gr4_197	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59
SLE_qp_gr1_temp198	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr2_temp199	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr3_temp200	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
SLE_qp_gr3_temp201	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54
E_103x_SLV_q=1.5_202	36663.5	5013.62	1489.7	68631.6	19034.7
E_103y_SLV_q=1.5_203	36663.5	2557.41	3245.79	24783.6	55721.3
E_103z_SLV_q=1.5_204	38701.5	2557.41	1489.7	24783.6	19034.7
E_103x_SLV_q=1.36_205	36663.5	5364.51	1564.96	74895.6	20607
E_103y_SLV_q=1.36_206	36663.5	2662.67	3496.66	26662.8	60962.2
E_103z_SLV_q=1.36_207	38701.5	2662.67	1564.96	26662.8	20607
E_103x_SLV_q=1_208	36663.5	6757.87	1865.23	99794.4	26896.9
E_103y_SLV_q=1_209	36663.5	3080.68	4497.57	34132.4	81928.7
E_103z_SLV_q=1_210	38701.5	3080.68	1865.23	34132.4	26896.9
E_103x_SLD_q=1_211	36078.4	2977.25	935.342	45602.3	12050.1
E_103y_SLD_q=1_212	36078.4	1420.39	1924.03	16296.5	34017.7
E_103z_SLD_q=1_213	36751	1420.39	935.342	16296.5	12050.1

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

### 6.2.1 Stati limiti di esercizio

#### Configurazione1

TESTA PILA						
combo		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
SLE_rar_gr1_Treno_14		16079.9	745.5	776.825	2243.65	4267.25
SLE_rar_gr3+vento_20		16079.9	1499.33	1161.85	2579.12	5656.61
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1206.69	1759.6	2358.77	8784.45
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		16079.9	1491	487.879	2579.12	2438.22
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1206.69	1759.6	2358.77	8784.45
SLE_rar_gr4_centrif_17		15040.5	1192.8	636.302	2358.77	3420.48
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1206.69	636.302	2358.77	8784.45
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1206.69	1759.6	2358.77	8784.45
SLE_rar_gr4_centrif_17		15040.5	1192.8	636.302	2358.77	3420.48
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1206.69	1759.6	2358.77	8784.45
SLE_qp_gr1_Treno_44		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
SLE_qp_gr1_Treno_44		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62
E_103x_SLD_q=1_69		11037.3	1841.9	683.407	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		11037.3	554.514	1609.52	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		11397.1	554.514	683.407	0	0



BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	21470.9	745.5	776.825	13649.8	16152.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	21470.9	1499.33	1161.85	25518.9	23433	
SLE_rar_vento_gr4_25	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_rar_gr3+vento_20	21470.9	1499.33	1161.85	25518.9	23433	
SLE_rar_vento_gr4_25	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_rar_gr4_centrif_17	20431.6	1192.8	636.302	20608.6	13155.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_qp_gr1_Treno_44	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014	
SLE_qp_gr1+vento_48	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09	
SLE_qp_gr1+vento_48	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09	
SLE_qp_gr1+vento_48	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09	
SLE_qp_gr1+vento_48	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09	
E_103x_SLD_q=1_69	16428.3	1841.9	683.407	28776.2	8187.88	
E_103y_SLD_q=1_70	16428.3	554.514	1609.52	9667.01	24724.8	
E_103z_SLD_q=1_71	16788.1	554.514	683.407	9667.01	8187.88	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	40986.9	745.5	776.825	15886.3	18483.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	40986.9	1499.33	1161.85	30016.9	26918.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	40986.9	1499.33	1161.85	30016.9	26918.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_rar_gr4_centrif_17	39947.5	1192.8	636.302	24187	15064.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_qp_gr1_Treno_44	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54	
SLE_qp_gr1+vento_48	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59	
SLE_qp_gr1+vento_48	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59	
SLE_qp_gr1+vento_48	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59	
SLE_qp_gr1+vento_48	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59	
E_103x_SLD_q=1_69	36039.7	2592.29	908.523	36553	10913.5	
E_103y_SLD_q=1_70	36039.7	1304.9	1834.64	13581.7	30228.7	
E_103z_SLD_q=1_71	36622.2	1304.9	908.523	13581.7	10913.5	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		14239.6	745.5	732.658	5840.58	4063.35	
SLE_rar_gr3+vento_91		14239.6	1499.33	1117.69	6176.05	5452.7	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1206.69	1724.26	5236.31	8621.33	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		14239.6	1491	443.711	6176.05	2234.32	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1206.69	1724.26	5236.31	8621.33	
SLE_rar_gr4_centrif_88		13568.3	1192.8	600.968	5236.31	3257.36	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1206.69	1724.26	5236.31	8621.33	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1206.69	1724.26	5236.31	8621.33	
SLE_rar_gr4_centrif_88		13568.3	1192.8	600.968	5236.31	3257.36	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1206.69	1724.26	5236.31	8621.33	
SLE_qp_gr1_Treno_115		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_119		10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62	
SLE_qp_gr1+vento_119		10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62	
SLE_qp_gr1_Treno_115		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_119		10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62	
E_103x_SLD_q=1_140		11076	2226.86	710.225	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		11076	670.003	1698.92	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		11525.9	670.003	710.225	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	19630.6	745.5	776.825	13649.8	16152.7	
SLE_rar_gr3+vento_91	19630.6	1499.33	1117.69	29115.8	22553.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	18959.3	1206.69	1724.26	23698.7	35002.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	19630.6	1499.33	1117.69	29115.8	22553.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	18959.3	1206.69	1724.26	23698.7	35002.5	
SLE_rar_gr4_centrif_88	18959.3	1192.8	600.968	23486.2	12452.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	18959.3	1206.69	1724.26	23698.7	35002.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	18959.3	1206.69	1724.26	23698.7	35002.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	18959.3	1206.69	1724.26	23698.7	35002.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	18959.3	1206.69	1724.26	23698.7	35002.5	
SLE_qp_gr1_Treno_115	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014	
SLE_qp_gr1+vento_119	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09	
SLE_qp_gr1+vento_119	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09	
SLE_qp_gr1+vento_119	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09	
SLE_qp_gr1+vento_119	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09	
E_103x_SLD_q=1_140	16467	2226.86	710.225	36670.5	9244.1	
E_103y_SLD_q=1_141	16467	670.003	1698.92	12035.3	28245.6	
E_103z_SLD_q=1_142	16916.9	670.003	710.225	12035.3	9244.1	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	39146.6	745.5	776.825	15886.3	18483.1	
SLE_rar_gr3+vento_91	39146.6	1499.33	1117.69	33613.8	25906.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	38475.3	1206.69	1724.26	27318.7	40175.3	
SLE_rar_gr3+vento_91	39146.6	1499.33	1117.69	33613.8	25906.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	38475.3	1206.69	1724.26	27318.7	40175.3	
SLE_rar_gr4_centrif_88	38475.3	1192.8	600.968	27064.6	14255.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	38475.3	1206.69	1724.26	27318.7	40175.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	38475.3	1206.69	1724.26	27318.7	40175.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	38475.3	1206.69	1724.26	27318.7	40175.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	38475.3	1206.69	1724.26	27318.7	40175.3	
SLE_qp_gr1_Treno_115	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54	
SLE_qp_gr1+vento_119	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59	
SLE_qp_gr1+vento_119	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59	
SLE_qp_gr1+vento_119	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59	
SLE_qp_gr1+vento_119	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59	
E_103x_SLD_q=1_140	36078.4	2977.25	935.342	45602.3	12050.1	
E_103y_SLD_q=1_141	36078.4	1420.39	1924.03	16296.5	34017.7	
E_103z_SLD_q=1_142	36751	1420.39	935.342	16296.5	12050.1	

Configurazione3

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	16079.9	745.5	776.825	2243.65	4267.25	
SLE_rar_gr3+vento_162	16079.9	1499.33	1161.85	2579.12	5656.61	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1206.69	1759.6	2358.77	8784.45	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	16079.9	1491	487.879	2579.12	2438.22	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1206.69	1759.6	2358.77	8784.45	
SLE_rar_gr4_centrif_159	15040.5	1192.8	636.302	2358.77	3420.48	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1206.69	1759.6	2358.77	8784.45	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1206.69	1759.6	2358.77	8784.45	
SLE_rar_gr4_centrif_159	15040.5	1192.8	636.302	2358.77	3420.48	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1206.69	1759.6	2358.77	8784.45	
SLE_qp_gr1_Treno_186	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62	
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	2.77773	286.501	1477.37	1100.62	
SLE_qp_gr1_Treno_186	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	2.77773	286.501	286.501	1100.62	
E_103x_SLD_q=1_211	11076	2226.86	710.225	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	11076	670.003	1698.92	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	11525.9	670.003	710.225	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	21470.9	745.5	776.825	13649.8	16152.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	21470.9	1499.33	1161.85	25518.9	23433	
SLE_rar_vento_gr4_167	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_rar_gr3+vento_162	21470.9	1499.33	1161.85	25518.9	23433	
SLE_rar_vento_gr4_167	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_rar_gr4_centrif_159	20431.6	1192.8	636.302	20608.6	13155.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	20431.6	1206.69	1759.6	20821.1	35706.3	
SLE_qp_gr1_Treno_186	16274.2	0	61.8422	1477.37	974.014	
SLE_qp_gr1+vento_190	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09	
SLE_qp_gr1+vento_190	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09	
SLE_qp_gr1+vento_190	16274.2	2.77773	286.501	1519.87	5484.09	
SLE_qp_gr1+vento_190	16274.2	2.77773	286.501	286.501	5484.09	
E_103x_SLD_q=1_211	16467	2226.86	710.225	36670.5	9244.1	
E_103y_SLD_q=1_212	16467	670.003	1698.92	12035.3	28245.6	
E_103z_SLD_q=1_213	16916.9	670.003	710.225	12035.3	9244.1	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	40986.9	745.5	776.825	15886.3	18483.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	40986.9	1499.33	1161.85	30016.9	26918.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	40986.9	1499.33	1161.85	30016.9	26918.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	39947.5	1192.8	636.302	24187	15064.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	39947.5	1206.69	1759.6	24441.2	40985.1	
SLE_qp_gr1_Treno_186	35790.1	0	61.8422	1477.37	1159.54	
SLE_qp_gr1+vento_190	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59	
SLE_qp_gr1+vento_190	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59	
SLE_qp_gr1+vento_190	35790.1	2.77773	286.501	1528.2	6343.59	
SLE_qp_gr1+vento_190	35790.1	2.77773	286.501	286.501	6343.59	
E_103x_SLD_q=1_211	36078.4	2977.25	935.342	45602.3	12050.1	
E_103y_SLD_q=1_212	36078.4	1420.39	1924.03	16296.5	34017.7	
E_103z_SLD_q=1_213	36751	1420.39	935.342	16296.5	12050.1	

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	22995.8	1080.98	1220.53	3186.2	6229.88	
A1_SLU_gr3+vento_7	22995.8	2174.45	1812.52	3672.64	8405.36	
A1_SLU_vento_gr4_12	21488.8	1750.39	2683.63	3353.13	13039.9	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	22995.8	2161.95	801.558	3672.64	3577.78	
A1_SLU_vento_gr4_12	21488.8	1750.39	2683.63	3353.13	13039.9	
E_103x_SLV_q=1.5_60	11486.2	3511.66	1039.11	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_61	11486.2	1055.44	2795.2	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_62	12893.5	1055.44	1039.11	0	0	
E_103x_SLV_q=1_66	11486.2	5255.91	1414.64	0	0	
E_103y_SLV_q=1_67	11486.2	1578.72	4046.98	0	0	
E_103z_SLV_q=1_68	12893.5	1578.72	1414.64	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	30273.7	1080.98	1220.53	19725.1	24904	
A1_SLU_gr3+vento_7	30273.7	2174.45	1812.52	36941.7	36136.9	
A1_SLU_vento_gr4_12	28766.6	1750.39	2683.63	30134.1	54099.4	
A1_SLU_gr3+vento_7	30273.7	2174.45	1812.52	36941.7	36136.9	
A1_SLU_vento_gr4_12	28766.6	1750.39	2683.63	30134.1	54099.4	
E_103x_SLV_q=1.5_60	16877.3	3511.66	1039.11	53590.7	14565.6	
E_103y_SLV_q=1.5_61	16877.3	1055.44	2795.2	17111.4	45983.9	
E_103z_SLV_q=1.5_62	18284.5	1055.44	1039.11	17111.4	14565.6	
E_103x_SLV_q=1_66	16877.3	5255.91	1414.64	79520.8	21301.2	
E_103y_SLV_q=1_67	16877.3	1578.72	4046.98	24890.4	68435.9	
E_103z_SLV_q=1_68	18284.5	1578.72	1414.64	24890.4	21301.2	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	56620.2	1080.98	1220.53	22968	28565.6	
A1_SLU_gr3+vento_7	56620.2	2174.45	1812.52	43465.1	41574.5	
A1_SLU_vento_gr4_12	55113.2	1750.39	2683.63	35385.3	62150.3	
A1_SLU_gr3+vento_7	56620.2	2174.45	1812.52	43465.1	41574.5	
A1_SLU_vento_gr4_12	55113.2	1750.39	2683.63	35385.3	62150.3	
E_103x_SLV_q=1.36_63	36663.5	5364.51	1564.96	74895.6	20607	
E_103y_SLV_q=1.36_64	36663.5	2662.67	3496.66	26662.8	60962.2	
E_103z_SLV_q=1.36_65	38701.5	2662.67	1564.96	26662.8	20607	
E_103x_SLV_q=1_66	36663.5	6757.87	1865.23	99794.4	26896.9	
E_103y_SLV_q=1_67	36663.5	3080.68	4497.57	34132.4	81928.7	
E_103z_SLV_q=1_68	38701.5	3080.68	1865.23	34132.4	26896.9	


Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		20327.4	1080.98	1124.47	8401.74	5919.81
A1_SLU_gr3+vento_78		20327.4	2174.45	1716.46	8888.18	8095.29
A1_SLU_vento_gr4_83		19354	1750.39	2606.78	7525.57	12791.8
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		20327.4	2161.95	705.494	8888.18	3267.71
A1_SLU_vento_gr4_83		19354	1750.39	2606.78	7525.57	12791.8
E_103x_SLV_q=1.5_131		11486.2	3511.66	1039.11	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		11486.2	1055.44	2795.2	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		12893.5	1055.44	1039.11	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		11486.2	5255.91	1414.64	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		11486.2	1578.72	4046.98	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		12893.5	1578.72	1414.64	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		27605.3	1080.98	1124.47	24940.7	23124.1
A1_SLU_gr3+vento_78		27605.3	2174.45	1716.46	42157.3	34357.1
A1_SLU_vento_gr4_83		26631.9	1750.39	2606.78	34306.6	52675.5
A1_SLU_gr3+vento_78		27605.3	2174.45	1716.46	42157.3	34357.1
A1_SLU_vento_gr4_83		26631.9	1750.39	2606.78	34306.6	52675.5
E_103x_SLV_q=1.5_131		16877.3	3511.66	1039.11	53590.7	14565.6
E_103y_SLV_q=1.5_132		16877.3	1055.44	2795.2	17111.4	45983.9
E_103z_SLV_q=1.5_133		18284.5	1055.44	1039.11	17111.4	14565.6
E_103x_SLV_q=1_137		16877.3	5255.91	1414.64	79520.8	21301.2
E_103y_SLV_q=1_138		16877.3	1578.72	4046.98	24890.4	68435.9
E_103z_SLV_q=1_139		18284.5	1578.72	1414.64	24890.4	21301.2
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		53951.8	1080.98	1124.47	28183.6	26497.5
A1_SLU_gr3+vento_78		53951.8	2174.45	1716.46	48680.6	39506.5
A1_SLU_vento_gr4_83		52978.4	1750.39	2606.78	39557.8	60495.8
A1_SLU_gr3+vento_78		53951.8	2174.45	1716.46	48680.6	39506.5
A1_SLU_vento_gr4_83		52978.4	1750.39	2606.78	39557.8	60495.8
E_103x_SLV_q=1.36_134		36663.5	5364.51	1564.96	74895.6	20607
E_103y_SLV_q=1.36_135		36663.5	2662.67	3496.66	26662.8	60962.2
E_103z_SLV_q=1.36_136		38701.5	2662.67	1564.96	26662.8	20607
E_103x_SLV_q=1_137		36663.5	6757.87	1865.23	99794.4	26896.9
E_103y_SLV_q=1_138		36663.5	3080.68	4497.57	34132.4	81928.7
E_103z_SLV_q=1_139		38701.5	3080.68	1865.23	34132.4	26896.9

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	22995.8	1080.98	1220.53	3186.2	6229.88	
A1_SLU_gr3+vento_149	22995.8	2174.45	1812.52	3672.64	8405.36	
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1750.39	2683.63	3353.13	13039.9	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	22995.8	2161.95	801.558	3672.64	3577.78	
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1750.39	2683.63	3353.13	13039.9	
E_103x_SLV_q=1.5_202	11486.2	3511.66	1039.11	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	11486.2	1055.44	2795.2	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	12893.5	1055.44	1039.11	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	11486.2	5255.91	1414.64	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	11486.2	1578.72	4046.98	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	12893.5	1578.72	1414.64	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	30273.7	1080.98	1220.53	19725.1	24904	
A1_SLU_gr3+vento_149	30273.7	2174.45	1812.52	36941.7	36136.9	
A1_SLU_vento_gr4_154	28766.6	1750.39	2683.63	30134.1	54099.4	
A1_SLU_gr3+vento_149	30273.7	2174.45	1812.52	36941.7	36136.9	
A1_SLU_vento_gr4_154	28766.6	1750.39	2683.63	30134.1	54099.4	
E_103x_SLV_q=1.5_202	16877.3	3511.66	1039.11	53590.7	14565.6	
E_103y_SLV_q=1.5_203	16877.3	1055.44	2795.2	17111.4	45983.9	
E_103z_SLV_q=1.5_204	18284.5	1055.44	1039.11	17111.4	14565.6	
E_103x_SLV_q=1_208	16877.3	5255.91	1414.64	79520.8	21301.2	
E_103y_SLV_q=1_209	16877.3	1578.72	4046.98	24890.4	68435.9	
E_103z_SLV_q=1_210	18284.5	1578.72	1414.64	24890.4	21301.2	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	56620.2	1080.98	1220.53	22968	28565.6	
A1_SLU_gr3+vento_149	56620.2	2174.45	1812.52	43465.1	41574.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	55113.2	1750.39	2683.63	35385.3	62150.3	
A1_SLU_gr3+vento_149	56620.2	2174.45	1812.52	43465.1	41574.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	55113.2	1750.39	2683.63	35385.3	62150.3	
E_103x_SLV_q=1.36_205	36663.5	5364.51	1564.96	74895.6	20607	
E_103y_SLV_q=1.36_206	36663.5	2662.67	3496.66	26662.8	60962.2	
E_103z_SLV_q=1.36_207	38701.5	2662.67	1564.96	26662.8	20607	
E_103x_SLV_q=1_208	36663.5	6757.87	1865.23	99794.4	26896.9	
E_103y_SLV_q=1_209	36663.5	3080.68	4497.57	34132.4	81928.7	
E_103z_SLV_q=1_210	38701.5	3080.68	1865.23	34132.4	26896.9	



 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</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	318 $\Phi$ 30 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/15	8.7 cm
plinto	Trasv: 4.5 strati $\Phi$ 30/20 Long 3 strati $\Phi$ 30/20	-	8.7 cm
pali	36 $\Phi$ 30 interasse 15 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'iterasse minimo.*

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.


## 8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

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

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

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

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

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

## 8.1 Modellazione

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

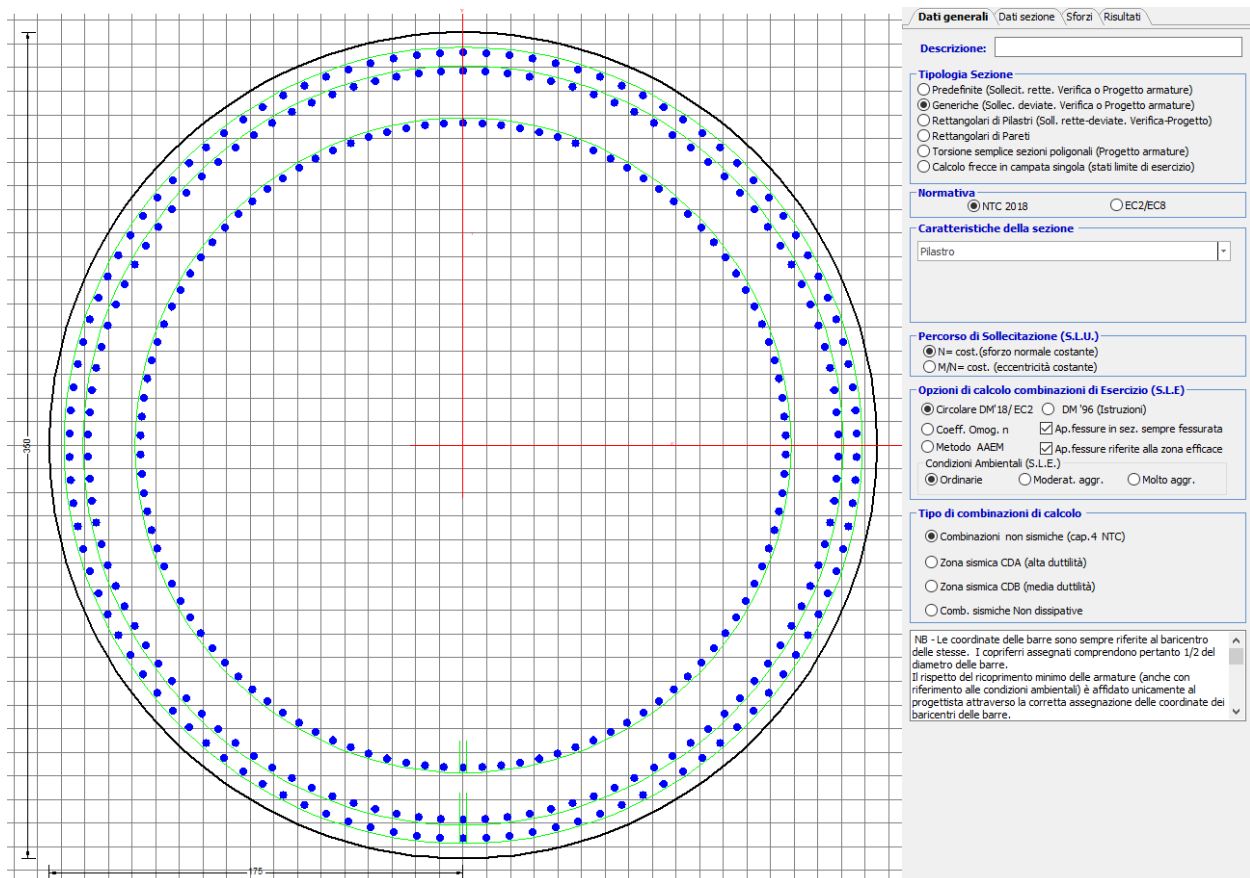


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 318 di diametro  $\Phi 30$  che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno ed internamente alla sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: Circolare 3.5m

Descrizione Sezione:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	Sezione generica di Pilastro
Tipologia sezione:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO -**

Classe:	C32/40
Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.000 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00 daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

**ACCIAIO -**

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

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C32/40

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

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

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

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

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

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

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

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

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

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	30273.70	19725.11	24903.98	0.00	0.00
2	30273.70	36941.72	36136.95	0.00	0.00
3	28766.65	30134.14	54099.38	0.00	0.00
4	30273.70	36941.72	36136.95	0.00	0.00
5	28766.65	30134.14	54099.38	0.00	0.00
6	16877.27	53590.69	14565.61	0.00	0.00
7	16877.27	17111.36	45983.91	0.00	0.00
8	18284.52	17111.36	14565.61	0.00	0.00
9	27605.27	24940.66	23124.14	0.00	0.00
10	27605.27	42157.26	34357.10	0.00	0.00
11	26631.90	34306.58	52675.50	0.00	0.00
12	27605.27	42157.26	34357.10	0.00	0.00
13	26631.90	34306.58	52675.50	0.00	0.00
14	16877.27	53590.69	14565.61	0.00	0.00
15	16877.27	17111.36	45983.91	0.00	0.00
16	18284.52	17111.36	14565.61	0.00	0.00
17	30273.70	19725.11	24903.98	0.00	0.00
18	30273.70	36941.72	36136.95	0.00	0.00
19	28766.65	30134.14	54099.38	0.00	0.00
20	30273.70	36941.72	36136.95	0.00	0.00
21	28766.65	30134.14	54099.38	0.00	0.00
22	16877.27	53590.69	14565.61	0.00	0.00
23	16877.27	17111.36	45983.91	0.00	0.00
24	18284.52	17111.36	14565.61	0.00	0.00

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

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

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

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	21470.91	13649.80	16152.67
2	21470.91	25518.92	23432.99
3	20431.56	20821.11	35706.27
4	21470.91	25518.92	23432.99
5	20431.56	20821.11	35706.27
6	19630.61	13649.80	16152.67
7	19630.61	29115.85	22553.32
8	18959.32	23698.65	35002.54
9	19630.61	29115.85	22553.32
10	18959.32	23698.65	35002.54
11	21470.91	13649.80	16152.67
12	21470.91	25518.92	23432.99
13	20431.56	20821.11	35706.27
14	21470.91	25518.92	23432.99
15	20431.56	20821.11	35706.27
16	16428.34	28776.19	8187.88
17	16428.34	9667.01	24724.82
18	16788.09	9667.01	8187.88

19	16466.99	36670.54	9244.10
20	16466.99	12035.32	28245.56
21	16916.91	12035.32	9244.10
22	16466.99	36670.54	9244.10
23	16466.99	12035.32	28245.56
24	16916.91	12035.32	9244.10

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

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	20431.56	20608.61 (28285.12)	13155.90 (18056.35)
2	20431.56	20821.11 (13064.62)	35706.27 (22404.62)
3	20431.56	20821.11 (13064.62)	35706.27 (22404.62)
4	20431.56	20821.11 (13064.62)	35706.27 (22404.62)
5	20431.56	20821.11 (13064.62)	35706.27 (22404.62)
6	18959.32	23486.15 (26820.61)	12452.17 (14220.07)
7	18959.32	23698.65 (14110.63)	35002.54 (20841.18)
8	18959.32	23698.65 (14110.63)	35002.54 (20841.18)
9	18959.32	23698.65 (14110.63)	35002.54 (20841.18)
10	18959.32	23698.65 (14110.63)	35002.54 (20841.18)
11	20431.56	20608.61 (28285.12)	13155.90 (18056.35)
12	20431.56	20821.11 (13064.62)	35706.27 (22404.62)
13	20431.56	20821.11 (13064.62)	35706.27 (22404.62)
14	20431.56	20821.11 (13064.62)	35706.27 (22404.62)
15	20431.56	20821.11 (13064.62)	35706.27 (22404.62)

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

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	16274.16	1477.37 (0.00)	974.01 (0.00)
2	16274.16	1519.87 (0.00)	5484.09 (0.00)
3	16274.16	1519.87 (0.00)	5484.09 (0.00)
4	16274.16	1519.87 (0.00)	5484.09 (0.00)
5	16274.16	1519.87 (0.00)	5484.09 (0.00)
6	16274.16	1477.37 (0.00)	974.01 (0.00)
7	16274.16	1519.87 (0.00)	5484.09 (0.00)
8	16274.16	1519.87 (0.00)	5484.09 (0.00)
9	16274.16	1519.87 (0.00)	5484.09 (0.00)
10	16274.16	1519.87 (0.00)	5484.09 (0.00)
11	16274.16	1477.37 (0.00)	974.01 (0.00)
12	16274.16	1519.87 (0.00)	5484.09 (0.00)
13	16274.16	1519.87 (0.00)	5484.09 (0.00)
14	16274.16	1519.87 (0.00)	5484.09 (0.00)
15	16274.16	286.50 (0.00)	5484.09 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Componente X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
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	30273.70	19725.11	24903.98	30273.84	80348.65(80348.65)	101445.87(101445.87)	4.072247.8(288.6)	
2	S	30273.70	36941.72	36136.95	30273.79	92510.30(92510.30)	90494.85(90494.85)	2.502247.8(288.6)	
3	S	28766.65	30134.14	54099.38	28766.89	62607.99(62607.99)	112408.13(112408.13)	2.082247.8(288.6)	
4	S	30273.70	36941.72	36136.95	30273.79	92510.30(92510.30)	90494.85(90494.85)	2.502247.8(288.6)	
5	S	28766.65	30134.14	54099.38	28766.89	62607.99(62607.99)	112408.13(112408.13)	2.082247.8(288.6)	
6	S	16877.27	53590.69	14565.61	16877.10	117704.73(117704.73)	31991.00(31991.00)	2.202247.8(288.6)	
7	S	16877.27	17111.36	45983.91	16877.22	42539.17(42539.17)	114316.92(114316.92)	2.492247.8(288.6)	
8	S	18284.52	17111.36	14565.61	18284.72	93537.10(93537.10)	79626.18(79626.18)	5.472247.8(288.6)	
9	S	27605.27	24940.66	23124.14	27605.23	93924.54(93924.54)	87090.62(87090.62)	3.772247.8(288.6)	
10	S	27605.27	42157.26	34357.10	27605.29	99291.70(99291.70)	80921.42(80921.42)	2.362247.8(288.6)	
11	S	26631.90	34306.58	52675.50	26631.65	69627.65(69627.65)	106906.31(106906.31)	2.032247.8(288.6)	
12	S	27605.27	42157.26	34357.10	27605.29	99291.70(99291.70)	80921.42(80921.42)	2.362247.8(288.6)	
13	S	26631.90	34306.58	52675.50	26631.65	69627.65(69627.65)	106906.31(106906.31)	2.032247.8(288.6)	
14	S	16877.27	53590.69	14565.61	16877.10	117704.73(117704.73)	31991.00(31991.00)	2.202247.8(288.6)	
15	S	16877.27	17111.36	45983.91	16877.22	42539.17(42539.17)	114316.92(114316.92)	2.492247.8(288.6)	
16	S	18284.52	17111.36	14565.61	18284.72	93537.10(93537.10)	79626.18(79626.18)	5.472247.8(288.6)	
17	S	30273.70	19725.11	24903.98	30273.84	80348.65(80348.65)	101445.87(101445.87)	4.072247.8(288.6)	
18	S	30273.70	36941.72	36136.95	30273.79	92510.30(92510.30)	90494.85(90494.85)	2.502247.8(288.6)	
19	S	28766.65	30134.14	54099.38	28766.89	62607.99(62607.99)	112408.13(112408.13)	2.082247.8(288.6)	
20	S	30273.70	36941.72	36136.95	30273.79	92510.30(92510.30)	90494.85(90494.85)	2.502247.8(288.6)	
21	S	28766.65	30134.14	54099.38	28766.89	62607.99(62607.99)	112408.13(112408.13)	2.082247.8(288.6)	

22	S	16877.27	53590.69	14565.61	16877.10	117704.73(117704.73)	31991.00(31991.00)	2.202247.8(288.6)
23	S	16877.27	17111.36	45983.91	16877.22	42539.17(42539.17)	114316.92(114316.92)	2.492247.8(288.6)
24	S	18284.52	17111.36	14565.61	18284.72	93537.10(93537.10)	79626.18(79626.18)	5.472247.8(288.6)

**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	137.2	146.1	0.00328	129.3	104.9	-0.00542	-129.3	-104.9
2	0.00350	122.4	46.7	0.00328	116.0	119.5	-0.00542	-116.0	-119.5
3	0.00350	152.9	46.7	0.00328	145.8	80.4	-0.00554	-145.8	-80.4
4	0.00350	122.4	46.7	0.00328	116.0	119.5	-0.00542	-116.0	-119.5
5	0.00350	152.9	46.7	0.00328	145.8	80.4	-0.00554	-145.8	-80.4
6	0.00350	45.9	146.1	0.00325	39.1	161.8	-0.00658	-39.1	-161.8
7	0.00350	164.0	46.7	0.00325	154.3	62.6	-0.00658	-154.3	-62.6
8	0.00350	113.4	46.7	0.00325	108.7	126.1	-0.00645	-108.7	-126.1
9	0.00350	119.0	46.7	0.00327	116.0	119.5	-0.00563	-116.0	-119.5
10	0.00350	110.6	46.7	0.00327	108.7	126.1	-0.00563	-108.7	-126.1
11	0.00350	146.6	146.1	0.00327	140.8	88.9	-0.00571	-140.8	-88.9
12	0.00350	110.6	46.7	0.00327	108.7	126.1	-0.00563	-108.7	-126.1
13	0.00350	146.6	46.7	0.00327	140.8	88.9	-0.00571	-140.8	-88.9
14	0.00350	45.9	46.7	0.00325	39.1	161.8	-0.00658	-39.1	-161.8
15	0.00350	164.0	9.1	0.00325	154.3	62.6	-0.00658	-154.3	-62.6
16	0.00350	113.4	168.3	0.00325	108.7	126.1	-0.00645	-108.7	-126.1
17	0.00350	137.2	63.7	0.00328	129.3	104.9	-0.00542	-129.3	-104.9
18	0.00350	122.4	133.5	0.00328	116.0	119.5	-0.00542	-116.0	-119.5
19	0.00350	152.9	169.7	0.00328	145.8	80.4	-0.00554	-145.8	-80.4
20	0.00350	122.4	68.6	0.00328	116.0	119.5	-0.00542	-116.0	-119.5
21	0.00350	152.9	138.8	0.00328	145.8	80.4	-0.00554	-145.8	-80.4
22	0.00350	45.9	169.7	0.00325	39.1	161.8	-0.00658	-39.1	-161.8
23	0.00350	164.0	68.6	0.00325	154.3	62.6	-0.00658	-154.3	-62.6
24	0.00350	113.4	138.8	0.00325	108.7	126.1	-0.00645	-108.7	-126.1

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000020472	0.000016215	-0.001070330	----	----
2	0.000018262	0.000018668	-0.001070108	----	----
3	0.000023115	0.000012875	-0.001130356	----	----
4	0.000018262	0.000018668	-0.001070108	----	----
5	0.000023115	0.000012875	-0.001130356	----	----
6	0.000007743	0.000028489	-0.001666379	----	----
7	0.000027668	0.000010296	-0.001666351	----	----



8	0.000018877	0.000022176	-0.001596350	----	----
9	0.000018173	0.000019601	-0.001177672	----	----
10	0.000016886	0.000020720	-0.001177646	----	----
11	0.000022592	0.000014714	-0.001218220	----	----
12	0.000016886	0.000020720	-0.001177646	----	----
13	0.000022592	0.000014714	-0.001218220	----	----
14	0.000007743	0.000028489	-0.001666379	----	----
15	0.000027668	0.000010296	-0.001666351	----	----
16	0.000018877	0.000022176	-0.001596350	----	----
17	0.000020472	0.000016215	-0.001070330	----	----
18	0.000018262	0.000018668	-0.001070108	----	----
19	0.000023115	0.000012875	-0.001130356	----	----
20	0.000018262	0.000018668	-0.001070108	----	----
21	0.000023115	0.000012875	-0.001130356	----	----
22	0.000007743	0.000028489	-0.001666379	----	----
23	0.000027668	0.000010296	-0.001666351	----	----
24	0.000018877	0.000022176	-0.001596350	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.18	133.7	0.0	-30.5	-129.3	-104.9	4991	247.4
2	S	8.02	118.4	0.0	-91.5	-116.0	-119.5	8925	452.4
3	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7
4	S	8.02	118.4	0.0	-91.5	-116.0	-119.5	8925	452.4
5	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7
6	S	5.11	133.7	0.0	-35.2	-129.3	-104.9	5801	282.7
7	S	8.44	107.2	0.0	-109.3	-101.0	-132.3	9827	473.6
8	S	9.59	144.9	0.0	-139.7	-135.3	-97.1	10698	501.9
9	S	8.44	107.2	0.0	-109.3	-101.0	-132.3	9827	473.6
10	S	9.59	144.9	0.0	-139.7	-135.3	-97.1	10698	501.9
11	S	5.18	133.7	0.0	-30.5	-129.3	-104.9	4991	247.4
12	S	8.02	118.4	0.0	-91.5	-116.0	-119.5	8925	452.4
13	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7
14	S	8.02	118.4	0.0	-91.5	-116.0	-119.5	8925	452.4
15	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7
16	S	6.87	47.9	0.0	-86.9	-48.6	-159.2	9660	473.6
17	S	6.15	163.0	0.0	-70.2	-154.3	-62.6	8935	445.3
18	S	3.30	113.1	0.0	-10.2	-108.7	-126.1	2561	162.6
19	S	8.56	42.8	0.0	-127.1	-39.1	-161.8	10830	501.9
20	S	7.04	161.0	0.0	-90.7	-154.3	-62.6	9790	473.6
21	S	3.78	106.6	0.0	-18.4	-101.0	-132.3	4133	226.2
22	S	8.56	42.8	0.0	-127.1	-39.1	-161.8	10830	501.9
23	S	7.04	161.0	0.0	-90.7	-154.3	-62.6	9790	473.6
24	S	3.78	106.6	0.0	-18.4	-101.0	-132.3	4133	226.2

**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	-0.00017	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	409	0.037 (990.00)	25621.73	30319.81
2	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	406	0.111 (990.00)	20842.66	19138.97
3	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (990.00)	13064.62	22404.62
4	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	406	0.111 (990.00)	20842.66	19138.97
5	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (990.00)	13064.62	22404.62
6	S	-0.00019	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	412	0.044 (990.00)	23535.91	27851.53
7	S	-0.00058	0	0.833	30.0	70	0.00033 (0.00033)	414	0.136 (990.00)	21045.79	16302.20
8	S	-0.00073	0	0.833	30.0	70	0.00042 (0.00042)	419	0.176 (990.00)	14110.63	20841.18
9	S	-0.00058	0	0.833	30.0	70	0.00033 (0.00033)	414	0.136 (990.00)	21045.79	16302.20
10	S	-0.00073	0	0.833	30.0	70	0.00042 (0.00042)	419	0.176 (990.00)	14110.63	20841.18
11	S	-0.00017	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	409	0.037 (990.00)	25621.73	30319.81
12	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	406	0.111 (990.00)	20842.66	19138.97
13	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (990.00)	13064.62	22404.62
14	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	406	0.111 (990.00)	20842.66	19138.97
15	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (990.00)	13064.62	22404.62
16	S	-0.00046	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	411	0.107 (990.00)	25889.28	7366.45
17	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	409	0.086 (990.00)	10297.34	26336.97
18	S	-0.00006	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	372	0.011 (990.00)	44258.73	37486.79
19	S	-0.00067	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	421	0.161 (990.00)	24200.64	6100.62
20	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	414	0.113 (990.00)	10459.05	24546.22
21	S	-0.00010	0	0.833	30.0	70	0.00006 (0.00006)	393	0.022 (990.00)	35029.28	26905.32
22	S	-0.00067	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	421	0.161 (990.00)	24200.64	6100.62
23	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	414	0.113 (990.00)	10459.05	24546.22
24	S	-0.00010	0	0.833	30.0	70	0.00006 (0.00006)	393	0.022 (990.00)	35029.28	26905.32

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.82	94.2	0.0	-47.1	-93.0	-138.1	6708	353.4
2	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7
3	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7
4	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7
5	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7
6	S	6.23	82.0	0.0	-61.5	-76.0	-148.1	7956	417.0
7	S	9.59	144.9	0.0	-139.7	-135.3	-97.1	10698	501.9
8	S	9.59	144.9	0.0	-139.7	-135.3	-97.1	10698	501.9
9	S	9.59	144.9	0.0	-139.7	-135.3	-97.1	10698	501.9
10	S	9.59	144.9	0.0	-139.7	-135.3	-97.1	10698	501.9
11	S	5.82	94.2	0.0	-47.1	-93.0	-138.1	6708	353.4
12	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7
13	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7
14	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7
15	S	9.43	151.2	0.0	-128.9	-145.8	-80.4	10229	480.7

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

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


1	S	-0.00025	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	399	0.056 (0.20)	28285.12	18056.35
2	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (0.20)	13064.62	22404.62
3	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (0.20)	13064.62	22404.62
4	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (0.20)	13064.62	22404.62
5	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (0.20)	13064.62	22404.62
6	S	-0.00033	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	400	0.074 (0.20)	26820.61	14220.07
7	S	-0.00073	0	0.833	30.0	70	0.00042 (0.00042)	419	0.176 (0.20)	14110.63	20841.18
8	S	-0.00073	0	0.833	30.0	70	0.00042 (0.00042)	419	0.176 (0.20)	14110.63	20841.18
9	S	-0.00073	0	0.833	30.0	70	0.00042 (0.00042)	419	0.176 (0.20)	14110.63	20841.18
10	S	-0.00073	0	0.833	30.0	70	0.00042 (0.00042)	419	0.176 (0.20)	14110.63	20841.18
11	S	-0.00025	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	399	0.056 (0.20)	28285.12	18056.35
12	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (0.20)	13064.62	22404.62
13	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (0.20)	13064.62	22404.62
14	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (0.20)	13064.62	22404.62
15	S	-0.00068	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (0.20)	13064.62	22404.62

**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	1.52	96.3	0.0	14.9	-93.0	-138.1	---	---
2	S	2.13	168.6	0.0	6.3	-160.6	-43.9	---	---
3	S	2.13	168.6	0.0	6.3	-160.6	-43.9	---	---
4	S	2.13	168.6	0.0	6.3	-160.6	-43.9	---	---
5	S	2.13	168.6	0.0	6.3	-160.6	-43.9	---	---
6	S	1.52	96.3	0.0	14.9	-93.0	-138.1	---	---
7	S	2.13	168.6	0.0	6.3	-160.6	-43.9	---	---
8	S	2.13	168.6	0.0	6.3	-160.6	-43.9	---	---
9	S	2.13	168.6	0.0	6.3	-160.6	-43.9	---	---
10	S	2.13	168.6	0.0	6.3	-160.6	-43.9	---	---
11	S	1.52	96.3	0.0	14.9	-93.0	-138.1	---	---
12	S	2.13	168.6	0.0	6.3	-160.6	-43.9	---	---
13	S	2.13	168.6	0.0	6.3	-160.6	-43.9	---	---
14	S	2.13	168.6	0.0	6.3	-160.6	-43.9	---	---
15	S	2.10	174.8	0.0	6.7	-166.4	-4.9	---	---


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

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

 <b>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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	$A_{sw}$	5	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	15	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	$c'$	9	cm
spessore anima sezione rettangolar	sb	0	cm
sezione	tipo	circolare	
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$	
<b>Direzione Longitudinale</b>			
resistenza ridotta	$f'c$	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	$V_c$	23293	kN
resistenza staffe	$V_s$	7457	kN
taglio resisitente	$V_r$	7457	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	5443	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.73	
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	$V_c$	23293	kN
resistenza staffe	$V_s$	7457	kN
taglio resisitente	$V_r$	7457	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	4344	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.58	

 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

#### 8.4 Verifica minimi di armatura


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

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

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


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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</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>318</b>	
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>30</b>	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	224781	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9621000.00	mm <sup>3</sup>
		<b>2.34%</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>150</b>	mm
diametro armature trasversale	$\varphi$	<b>12</b>	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	Asw	2.26	mm <sup>2</sup>
area totale legature	Asl	12.69	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.0592</b>	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

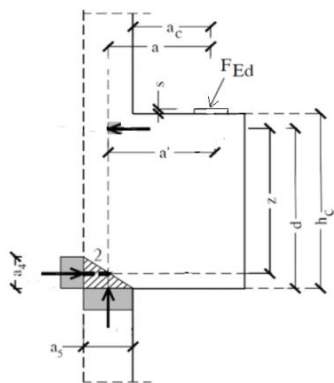
### 8.5 Verifica spostamenti

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

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

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

## 9. PULVINO

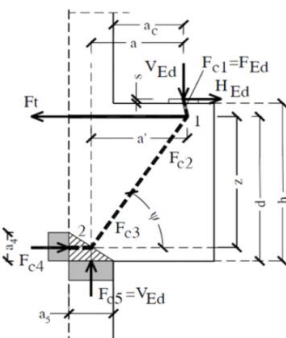
<u>Geometria mensola</u>							
	Altezza mensola	hc	2000	[mm]			
	larghezza mensola	atot	3549.10288	[mm]			
	profondità	b	2000	[mm]			
	copriferro	c	85	[mm]			
	applicazione carico	ac	50	[mm]			
	altezza utile	d	1915	[mm]			
	braccio delle forze interne	z	1532	[mm]			
tipologia di mensola:		<b>MENSOLA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



## 9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

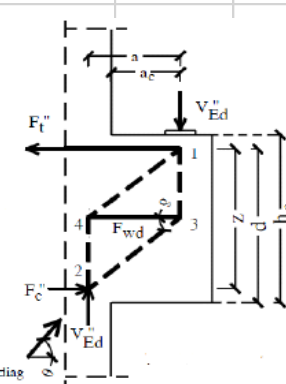
### Calcolo armatura principale

con riferimento al modello 1 di traliccio semplificato, si determina l'armatura principale allo SLU

	modello 1	azione esterna applicata	Fed = Fc5	7568.426108	[Kn]
		forza orizzontale trasmessa	Hed	305.1324699	
		braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
		larghezza risultante di riferimento	a5	239.3213531	[mm]
		braccio della forza di compressione	a	169.6606765	[mm]
		trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	944.719429	[Kn]
		armatura superiore	As	2414.282985	[mm2]
		diametro del ferro longitudinale	Φ	16	[mm]
		passo armature	p	15	[cm]
		numero di strati di barre	nst	1	
	numeri ferri predisposti in b	n	13.33333333		
	areare ferri resistenti	Ares	2679.466667	[mm2]	
	coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.109839519		

verifica nodo 1 CCC	lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
	tensione di compressione 4	s4	0.616657591	[Mpa]	Oke

### Calcolo armatura secondaria orizzontale

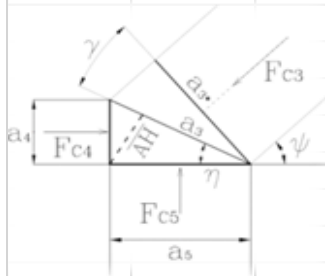
	modello 2	angolo di inclinazione	Ψ	82.88131727	[gradi]
		coefficiente di ripartizione	c	15.70481025	[%]
		braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
		braccio della forza di compressione	a	169.6606765	[mm]
		trazione nelle barre secondarie	Fwd	1463.634699	[Kn]
		armatura secondaria	As	3740.399787	[mm2]
		armatura minima 0.25As	Amin	669.8666667	
		diametro ferri secondari	Φ	16	[mm]
		passo armature direzione b	s	15	[cm]
		numero di strati di barre	nst	1	
	numeri ferri predisposti in b	n	13.33333333		
	areare ferri resistenti	Ares	2679.466667	[mm2]	
	coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.109839519		

verifica nodo 2 CCT (sotto la piastra)	area piastra di contatto	Aap	1440000	[mm2]	
	tensione di compr. sotto la piastra	sc1	5.255851464	[Mpa]	Oke

## 9.2 Verifica dei nodi

### Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	7568.426108	[Kn]	
		biella comprella orizzontale	Fc2	944.719429	[Kn]	
		biella compresaa inclinata	Fc3	7627.260554	[Kn]	
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	239.3213531	[mm]	
		tensione di compressione 5	s5	15.81226667	[Mpa]	Ok
		per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni				
		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3	802.5152398	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	241.1803627	[mm]	
		difetto di ortogonalità	c	65.56779737	[gradi]	
		tensione di compressione 4	s4	0.616657591	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3	s3	4.752097017	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81235817	[Mpa]	OK



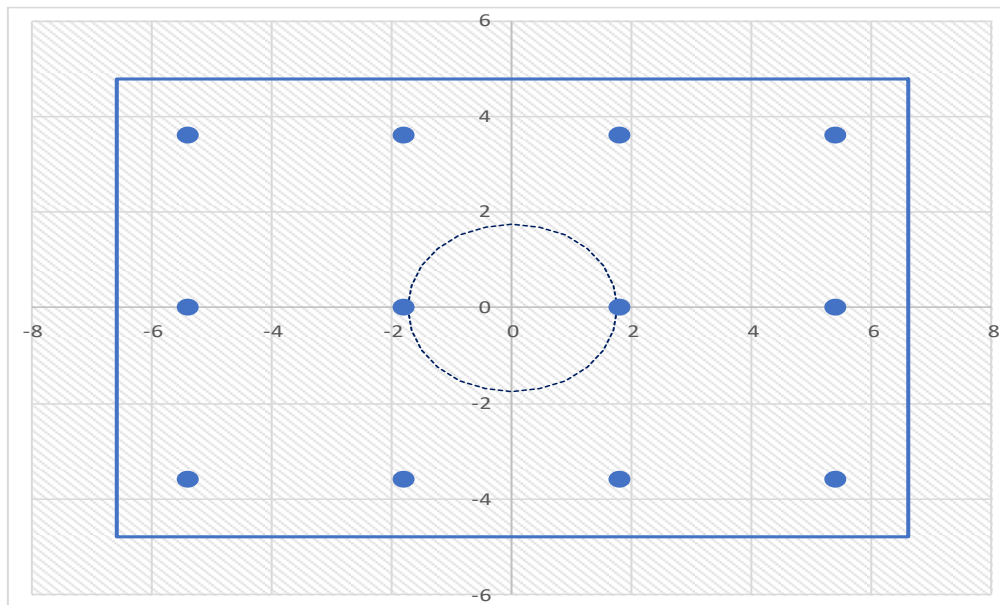
### Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	7568.426108	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	7627.260554	[Kn]	
		trazione barra	T	944.719429	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	1200	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	1200	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	1212.809746	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	82.88131727	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	5.26	$\leq$	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	5.24	$\leq$	13.44 Ok

## 10. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	<b>12</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	3.65	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.85	m	
direzione trasversale	a/h	1.216667	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.616667	<i>Plinto basso</i>	



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	6612.5	4999.0	6769.4
2	1.8	-3.6	3594.1	2628.7	-160.7
3	5.4	3.6	7382.4	6516.2	7267.5
4	5.4	-3.6	4364.0	4145.9	337.3
5	-5.4	-3.6	2054.3	-405.7	-1156.9
6	-5.4	3.6	5072.7	1964.7	5773.2
7	5.4	0	5873.2	5331.1	3802.4
8	-5.4	0	3563.5	779.5	2308.2
9	-1.8	0	4333.4	2296.7	2806.2
10	1.8	0	5103.3	3813.9	3304.3
11	-1.8	-3.6	2824.2	1111.5	-658.8
12	-1.8	3.6	5842.6	3481.8	6271.3
taglio combinato in			235.9006	454.2908	584.213
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	4659.3	4999.0	6769.4
2	1.8	-3.6	2289.0	2628.7	-160.7
3	5.4	3.6	5157.4	6516.2	7267.5
4	5.4	-3.6	2787.1	4145.9	337.3
5	-5.4	-3.6	1292.8	-405.7	-1156.9
6	-5.4	3.6	3663.1	1964.7	5773.2
7	5.4	0	3972.3	5331.1	3802.4
8	-5.4	0	2478.0	779.5	2308.2
9	-1.8	0	2976.1	2296.7	2806.2
10	1.8	0	3474.2	3813.9	3304.3
11	-1.8	-3.6	1790.9	1111.5	-658.8
12	-1.8	3.6	4161.2	3481.8	6271.3
taglio combinato in			300.1123	454.2908	584.213

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

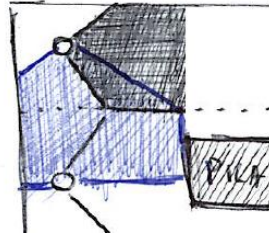


Figura 13 - mensola di riferimento

### 10.1 Dimensionamento armature

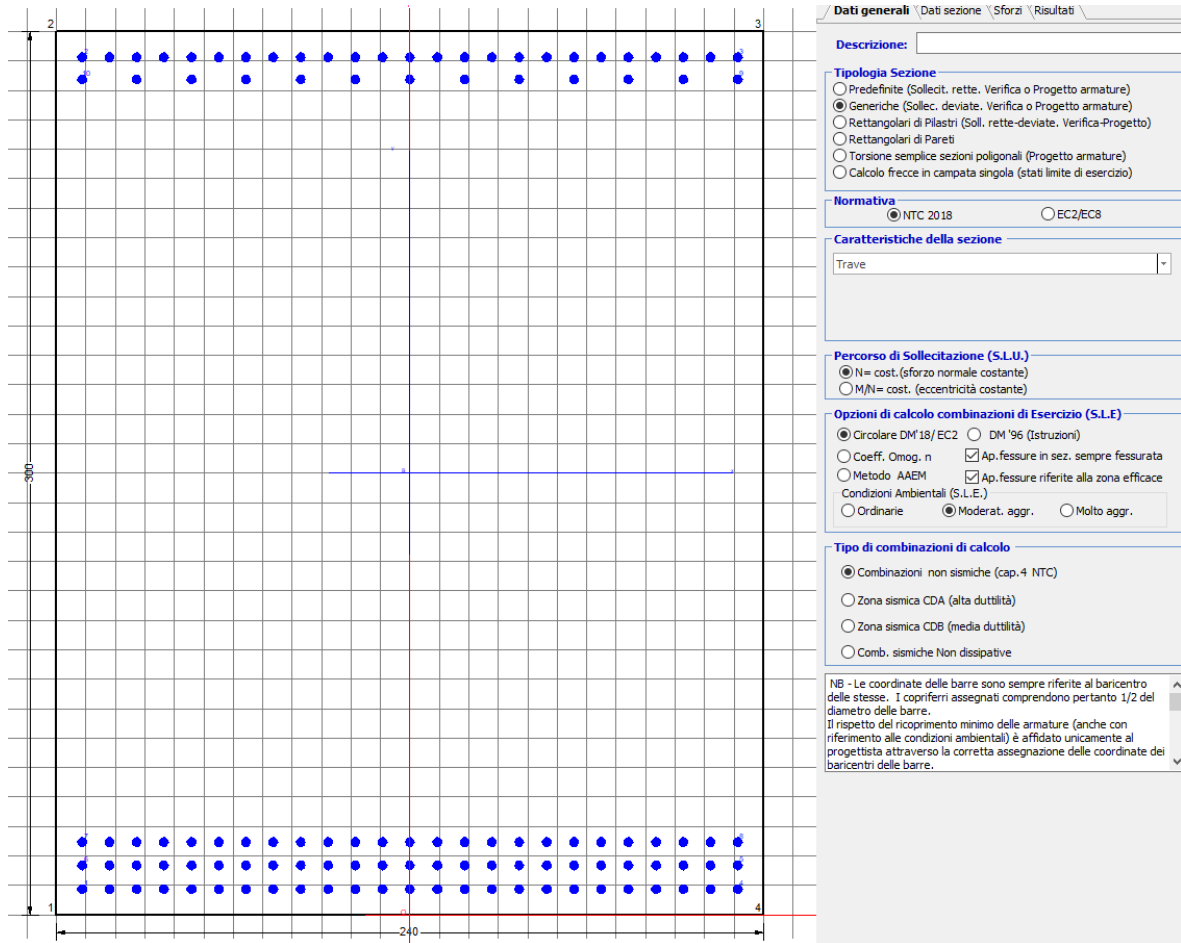
larghezza di riferimento della mensola equivalente	b	3.40	m
peso del plinto sulla larghezza equivalente	q1	244.51	Kn m
peso specifico del terreno di ricoprimento	y	19.00	kN/m <sup>3</sup>
altezza di ricoprimento	hrint	4.50	m
peso del terreno sulla larghezza equivalente	q2	290.35	Kn m
reazione del palo	R	7547.82	KN
lunghezza della mensola	L	4.79	m
momento positivo dato dal terreno e peso plinto	M+	7964.4	KN m
momento negativo dato dalla reazione del palo	M-	36126.1	kN m
	Med	28161.70	kN m
<b>dimensionamento della sezione</b>			
altezza della sezione	h	3.00	m
altezza utile	d	2.90	m
posizionamento dell'asse neutro	yc	0.58	m
resistenza caratteristica del calcestruzzo	fck	25.00	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo	fcd	14.17	MPa
forza di compressione allo stato limite ultimo	Fc=Fs	12138.7	KN
angolo di inclinazione risultante	$\alpha$	44.97	gradi
proiezione forza di trazione in trasversale	Tt	8587.9	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	Tl	8578.7	KN

<b>proiezione nelle due direzioni e definizione dell'armatura</b>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras	At	21947.2	mm <sup>2</sup>	
diametro armatura	Φ	26.00	mm	
passo armatura trasversale	p	10.00	cm	
numero di strati	ns	2.00		
lunghezza di collaborazione	L	2.40	m	
numero di ferri per strato	n	24.00		
area complessiva sulla lunghezza collaborante	Ares	25484.6	mm <sup>2</sup>	
	coef. Sicur	0.86		
		0.0		
area dell'armatura inferiore richiesta in long	Al	21923.62	mm <sup>2</sup>	
diametro armatura	Φ	26.00		
passo armatura longitudinale	p	10.00	cm	
numero di strati	ns	2.00		
lunghezza di collaborazione	L	2.40	m	
numero di ferri per strato	n	24.0		
area complessiva sulla lunghezza collaborante	Ares	25484.60	mm <sup>2</sup>	
	coef. Sicur	0.86		
tasso di lavoro armatura allo SLU	σ <sub>t</sub>	336.99	MPa	
tasso di lavoro armatura allo SLU	σ <sub>l</sub>	336.62	MPa	

## 10.2 Verifica a prso-flessione

### 10.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 240x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

ACCIAIO -

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :	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	-120.0	0.0
2	-120.0	300.0
3	120.0	300.0
4	120.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

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

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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



4	7	8	23	30
5	9	10	11	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	23432.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	19706.00	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	16073.00	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	16073.00 (13440.77)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	7693.00 (13440.77)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	23432.00	0.00	0.00	55998.20	0.00	2.39530.1(103.4)	
2	S	0.00	19706.00	0.00	0.00	55998.20	0.00	2.84530.1(103.4)	

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

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

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

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000094082	-0.024724539	0.128	0.700
2	0.000000000	0.000094082	-0.024724539	0.128	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.12	120.0	300.0	-123.5	-83.5	8.7	9960	530.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area 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
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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.898	30.0	72	0.00042 (0.00037)	417	0.177 (990.00)	13440.77	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.12	120.0	300.0	-123.5	-83.5	8.7	9960	530.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.898	30.0	72	0.00042 (0.00037)	417	0.177 (0.20)	13440.77	0.00

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

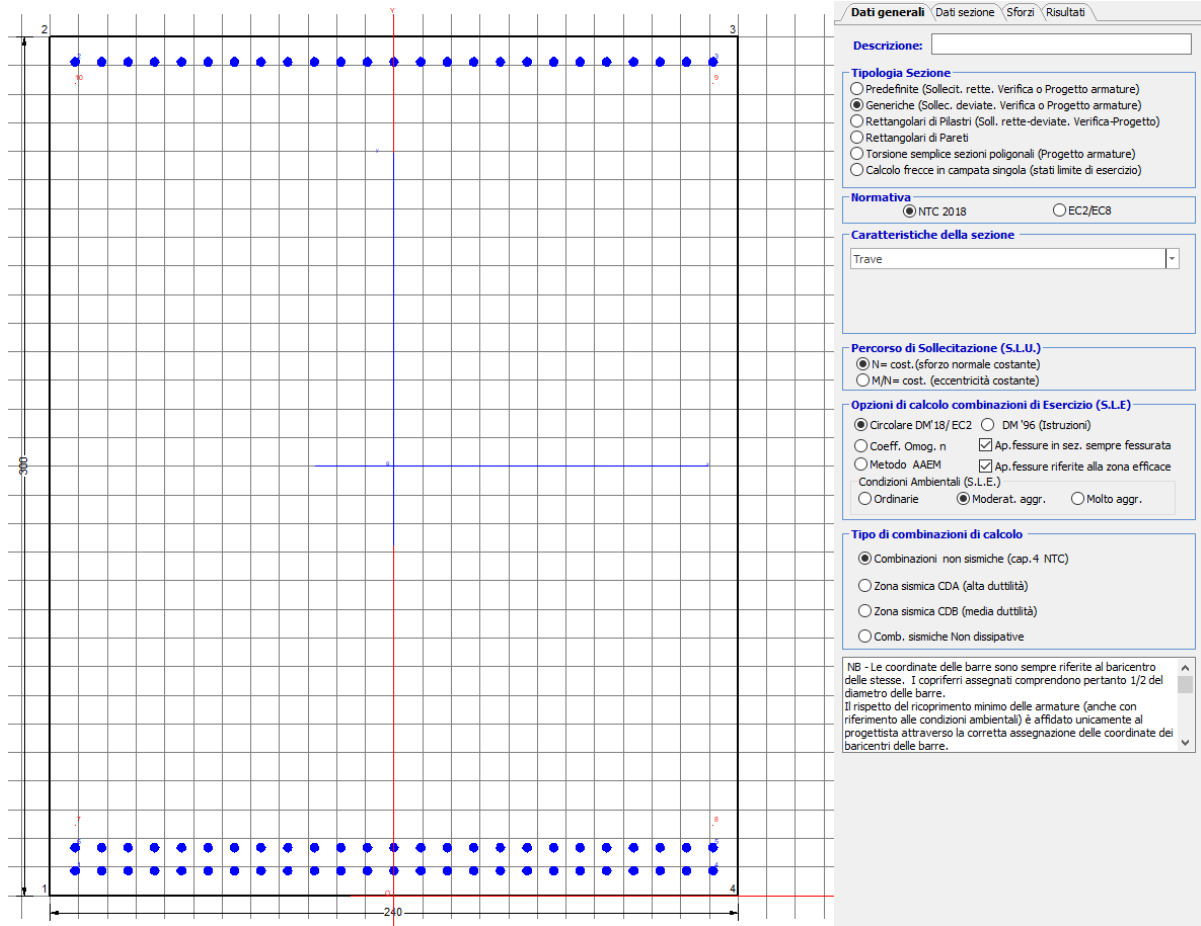
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.97	120.0	300.0	-59.1	-27.8	8.7	10034	530.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00031	0	0.897	30.0	72	0.00018 (0.00018)	418	0.074 (0.20)	13440.77	0.00

### 10.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione y 240x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

**ACCIAIO -**

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :	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	-120.0	0.0
2	-120.0	300.0
3	120.0	300.0
4	120.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

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

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	15621.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	13137.00	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	10716.00	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	10716.00 (12157.99)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	5129.00 (12157.99)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	15621.00	0.00	0.00	38409.67	0.00	2.46353.4(103.4)	
2	S	0.00	13137.00	0.00	0.00	38409.67	0.00	2.92353.4(103.4)	

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

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

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

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

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

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

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.24	-120.0	300.0	-117.7	27.8	8.7	7680	353.4

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00061	0	0.926	30.0	72	0.00037 (0.00035)	450	0.168 (990.00)	12157.99	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.24	-120.0	300.0	-117.7	27.8	8.7	7680	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00061	0	0.926	30.0	72	0.00037 (0.00035)	450	0.168 (0.20)	12157.99	0.00


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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.55	-120.0	300.0	-56.3	37.1	8.7	7680	353.4

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00029	0	0.926	30.0	72	0.00017 (0.00017)	450	0.076 (0.20)	12157.99	0.00



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

### 10.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	EC (1999) - BS 8110-97	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	33.6901	gradi
perimetro zona critica			u1	28.3686	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	4.515	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	4.70524	
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	18	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-110	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.11701	rad
superficie totale del tronco cono			S1	26.8835	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
valore di progetto del taglio			Ved	7419.13	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>				1.05562	
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	2.83333	MPa
resistenza associata			vRd,max	0.37257	MPa
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzo</b>				0.12	
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	1.97358	
fattore di scala			k	0.00407	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			$\varrho_{ly}$	0.00407	
percentuale geometrica armatura fless. long			$\varrho_{lz}$	0.00575	
percentuale meccanica complessiva			$\varrho_l$	0.1	
coefficiente			k1	0.38636	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.57597	MPa
			vRd,c	0.67081	MPa

 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

## 11. PALI DI FONDAZIONE

### 11.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

dove  $N$ ,  $M_l$ ,  $M_t$  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.

### 11.2 Verifica strutturale

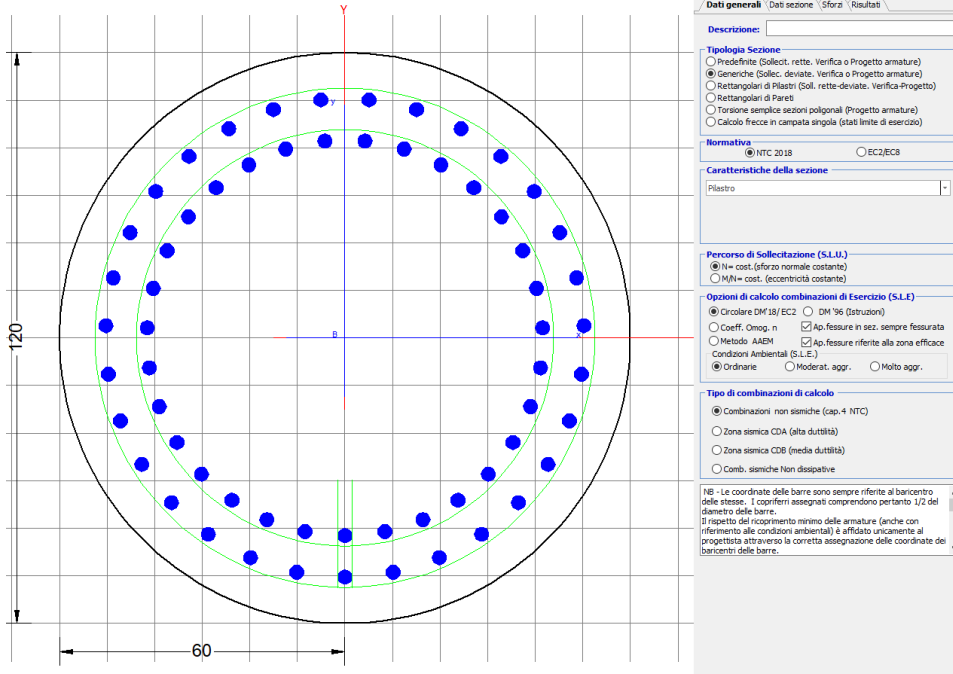
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>56620</b>	2174	1813	43465	41575	
E_103x_SLV_q=1.36_63	36664	5365	1565	74896	20607	
E_103y_SLV_q=1.36_64	36664	2663	3497	26663	60962	
E_103x_SLV_q=1.36_63	36664	5365	1565	<b>74896</b>	20607	
A1_SLU_vento_gr4_12	55113	1750	2684	35385	<b>62150</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	8303.41	7541.11	7761.9
2	0	-3.6	4278.87	606.338	4485.48
3	3.6	3.6	10228.2	8495.14	10639.2
4	3.6	-3.6	6203.61	1560.37	7362.81
5	-3.6	-3.6	2354.12	-347.69	1608.15
6	-3.6	3.6	6378.66	6587.08	4884.57
7	3.6	0	8215.88	5027.75	9001.01
8	-3.6	0	4366.39	3119.7	3246.36
9	0	0	6291.14	4073.72	6123.69
taglio equivalente			314.534	620.902	356.002
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.03
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	10228	242	201	725	604
combo2	8495	596	174	1788	522
combo3	10639	194	298	583	895
combo4	-348	596	174	1788	522



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

NOME SEZIONE: palo 1.2

(Percorso File: C:\Users\r.focaracci\Desktop\Lavori\1276 Palermo Catania - pile nuova prog ferrovia\excel\2\_All Analysis\L3\_V10\IP\_5 (40-50)\palo 1.2.sez)

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa

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

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	50.3	31	30
2	0.0	0.0	41.6	31	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	7547.82	296.11	453.98	0.00	0.00
2	1360.90	182.86	206.47	0.00	0.00
3	7382.40	367.84	306.62	0.00	0.00
4	7547.82	296.11	453.98	0.00	0.00
5	7382.40	367.84	306.62	0.00	0.00
6	7547.82	296.11	453.98	0.00	0.00
7	6228.25	907.50	264.74	0.00	0.00
8	-117.66	907.50	264.74	0.00	0.00
9	6228.25	907.50	264.74	0.00	0.00
10	5674.48	450.44	591.52	0.00	0.00
11	6228.25	907.50	264.74	0.00	0.00
12	5674.48	450.44	591.52	0.00	0.00
13	0.00	5787.00	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	5316.08	204.13	297.66
2	1141.73	204.13	291.69
3	5205.56	253.64	196.55
4	5316.08	204.13	297.66
5	5205.56	253.64	196.55
6	5316.08	204.13	297.66
7	4924.67	438.53	153.69
8	1088.39	438.53	153.69
9	4575.67	438.53	153.69
10	4314.59	220.75	310.36
11	4575.67	503.65	153.69
12	4314.59	220.75	325.48

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	5316.08	204.13 (0.00)	297.66 (0.00)
2	1141.73	204.13 (863.91)	291.69 (1234.48)
3	5316.08	204.13 (0.00)	297.66 (0.00)
4	5316.08	204.13 (0.00)	297.66 (0.00)
5	5316.08	204.13 (0.00)	297.66 (0.00)
6	5316.08	204.13 (0.00)	297.66 (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	3211.78	0.47 (0.00)	48.47 (0.00)
2	2753.24	0.47 (0.00)	48.47 (0.00)
3	3211.78	0.47 (0.00)	48.47 (0.00)
4	3211.78	0.47 (0.00)	48.47 (0.00)
5	3211.78	0.47 (0.00)	48.47 (0.00)
6	3211.78	0.47 (0.00)	48.47 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 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	7547.82	296.11	453.98	7547.92	3467.34	5312.02	11.70	438.3(33.9)
2	S	1360.90	182.86	206.47	1361.11	4065.26	4587.28	22.22	438.3(33.9)
3	S	7382.40	367.84	306.62	7382.41	4878.25	4066.64	13.26	438.3(33.9)
4	S	7547.82	296.11	453.98	7547.92	3467.34	5312.02	11.70	438.3(33.9)
5	S	7382.40	367.84	306.62	7382.41	4878.25	4066.64	13.26	438.3(33.9)
6	S	7547.82	296.11	453.98	7547.92	3467.34	5312.02	11.70	438.3(33.9)
7	S	6228.25	907.50	264.74	6227.98	6137.74	1792.34	6.76	438.3(33.9)
8	S	-117.66	907.50	264.74	-117.44	5677.38	1662.17	6.26	438.3(33.9)
9	S	6228.25	907.50	264.74	6227.98	6137.74	1792.34	6.76	438.3(33.9)
10	S	5674.48	450.44	591.52	5674.75	3881.05	5096.58	8.62	438.3(33.9)
11	S	6228.25	907.50	264.74	6227.98	6137.74	1792.34	6.76	438.3(33.9)
12	S	5674.48	450.44	591.52	5674.75	3881.05	5096.58	8.62	438.3(33.9)
13	S	0.00	5787.00	0.00	0.00	5931.10	0.00	1.02	438.3(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	50.3	0.6	0.00296	39.8	30.8	-0.00258	-42.7	-26.6
2	0.00350	44.9	0.6	0.00279	39.8	30.8	-0.00454	-36.5	-34.7
3	0.00350	38.4	0.6	0.00296	32.8	38.2	-0.00260	-28.7	-41.3
4	0.00350	50.3	0.6	0.00296	39.8	30.8	-0.00258	-42.7	-26.6
5	0.00350	38.4	0.6	0.00296	32.8	38.2	-0.00260	-28.7	-41.3
6	0.00350	50.3	0.6	0.00296	39.8	30.8	-0.00258	-42.7	-26.6
7	0.00350	16.8	56.6	0.00294	15.1	48.0	-0.00289	-10.1	-49.3
8	0.00350	16.8	56.6	0.00273	15.1	48.0	-0.00521	-10.1	-49.3
9	0.00350	16.8	56.6	0.00294	15.1	48.0	-0.00289	-10.1	-49.3
10	0.00350	47.7	34.8	0.00292	39.8	30.8	-0.00304	-42.7	-26.6
11	0.00350	16.8	57.4	0.00294	15.1	48.0	-0.00289	-10.1	-49.3
12	0.00350	47.7	33.7	0.00292	39.8	30.8	-0.00304	-42.7	-26.6
13	0.00350	0.0	60.0	0.00272	5.1	50.0	-0.00516	0.0	-50.3

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

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

C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000046181	0.000030122	0.000191804	----	----
2	0.000054553	0.000048315	-0.000872311	----	----
3	0.000035497	0.000042585	0.000173653	----	----
4	0.000046181	0.000030122	0.000191804	----	----
5	0.000035497	0.000042585	0.000173653	----	----
6	0.000046181	0.000030122	0.000191804	----	----
7	0.000016257	0.000055728	0.000016934	----	----
8	0.000022138	0.000075888	-0.001243069	----	----
9	0.000016257	0.000055728	0.000016934	----	----
10	0.000047239	0.000035973	-0.000062604	----	----
11	0.000016257	0.000055728	0.000016934	----	----
12	0.000047239	0.000035973	-0.000062604	----	----
13	0.000000000	0.000078499	-0.001209950	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.23	49.5	0.0	28.8	-42.7	-26.6	----	----
2	S	1.97	49.2	0.0	-8.5	-42.7	-26.6	535	21.2
3	S	4.03	36.8	0.0	29.6	-28.7	-41.3	----	----
4	S	4.23	49.5	0.0	28.8	-42.7	-26.6	----	----
5	S	4.03	36.8	0.0	29.6	-28.7	-41.3	----	----
6	S	4.23	49.5	0.0	28.8	-42.7	-26.6	----	----
7	S	4.38	19.8	0.0	20.9	-19.8	-46.2	----	----
8	S	2.45	19.8	0.0	-17.8	-19.8	-46.2	834	35.3
9	S	4.18	19.8	0.0	18.0	-19.8	-46.2	----	----
10	S	3.74	48.9	0.0	19.5	-42.7	-26.6	----	----
11	S	4.40	17.5	0.0	15.4	-10.1	-49.3	----	----
12	S	3.79	49.7	0.0	18.9	-42.7	-26.6	----	----

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver. 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 =  $0.6 \cdot S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
 wk Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

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



1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00006	0	0.833	30.0	82	0.00003 (0.00003)	493	0.013 (990.00)	863.91	1234.48
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	-0.00011	0	0.833	30.0	82	0.00005 (0.00005)	479	0.026 (990.00)	1106.94	387.94
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
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	4.23	49.5	0.0	28.8	-42.7	-26.6	---	---
2	S	1.97	49.2	0.0	-8.5	-42.7	-26.6	535	21.2
3	S	4.23	49.5	0.0	28.8	-42.7	-26.6	---	---
4	S	4.23	49.5	0.0	28.8	-42.7	-26.6	---	---
5	S	4.23	49.5	0.0	28.8	-42.7	-26.6	---	---
6	S	4.23	49.5	0.0	28.8	-42.7	-26.6	---	---

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00006	0	0.833	30.0	82	0.00003 (0.00003)	493	0.013 (0.20)	863.91	1234.48
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	1.97	60.0	0.0	24.8	-50.2	2.5	---	---
2	S	1.71	60.0	0.0	21.0	-50.2	2.5	---	---
3	S	1.97	60.0	0.0	24.8	-50.2	2.5	---	---
4	S	1.97	60.0	0.0	24.8	-50.2	2.5	---	---
5	S	1.97	60.0	0.0	24.8	-50.2	2.5	---	---
6	S	1.97	60.0	0.0	24.8	-50.2	2.5	---	---

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005005</b>	REV. <b>B</b>

### 11.3 Verifica a taglio

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

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	56620	2174	1813	43465	41575	
E_103x_SLV_q=1_66	36664	<b>6758</b>	1865	99794	26897	
E_103y_SLV_q=1_67	36664	3081	<b>4498</b>	34132	81929	
E_103x_SLV_q=1_66	36664	6758	1865	99794	26897	
E_103y_SLV_q=1_67	36664	3081	4498	34132	81929	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	6758	3081
sollecitazione massima direzione y	Ty	1865	4498
vettore complessivo, singolo palo	T	584	454

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	2839	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	977	kN
taglio resisitente	V <sub>r</sub>	977	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	584	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.60	

## 12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	220 kg/mc
Plinto di fondazione	190 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 195 kg/mc