

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

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

**PROGETTO DEFINITIVO**

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

**VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario - sviluppo complessivo 805m**

*Relazione di calcolo Pile - P9*

SCALA:

-

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


RS3U 40 D 09 CL VI0705 003 B

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

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


File: RS3U40D09CLVI0705003B

n. Elab.: 09\_162\_2


 <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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
3.	MATERIALI .....	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	9
4.	DATI DI BASE .....	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	17
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	18
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	18
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	19
5.3	Carichi da traffico verticali .....	19
5.4	Effetti dinamici .....	21
5.5	Disposizione treni di carico.....	21
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	25
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	25
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	27
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	28
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i> .....	29
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	29
5.7	Azione Sismica .....	32
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	33
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	34
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	87
9.1	Dimensionamento armature .....	90
9.2	Verifica a presso-flessione.....	92
9.2.1	Direzione trasversale.....	92
9.2.2	Direzione longitudinale.....	97
9.3	Verifica a punzonamento .....	102
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	103
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	103
10.2	Verifica strutturale .....	103
10.3	Verifica a taglio .....	111
11.	INCIDENZE .....	112

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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 VI07 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 9 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 14.50m, con variazione di luce 50-60m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI07 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 805m, ed è costituito da 26 campate isostatiche di luce 25m, 40m, 50m e 60m(asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla ). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a quattro travi mentre, le campate di luce maggiore sono realizzare con una sezione mista a cassone.

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

Il plinto presenta uno spessore di 3m metri e una pianta rettangolare di 16.5x16.5, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1500 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 16 e disposti ad interessa minimi di 4.5m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.50 m.

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

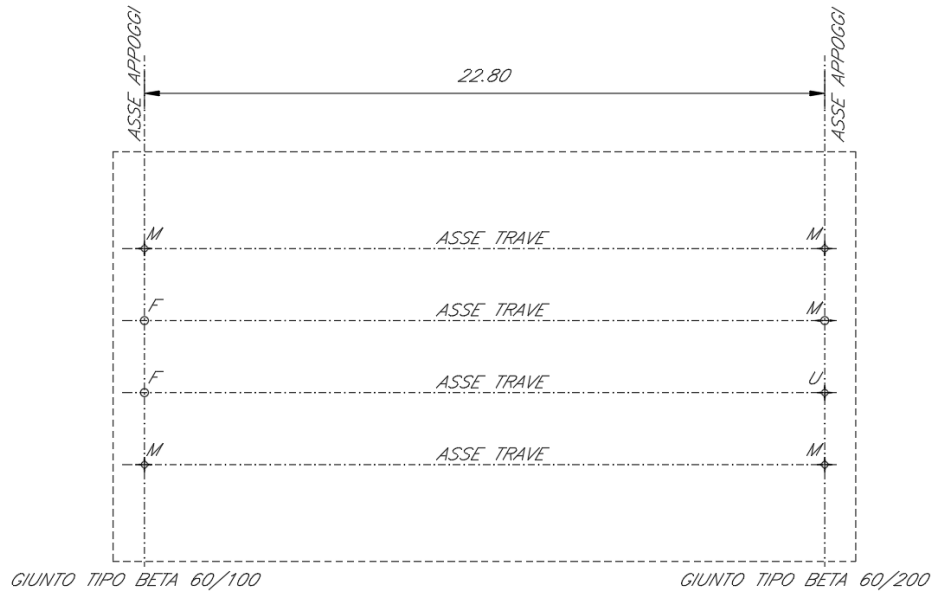
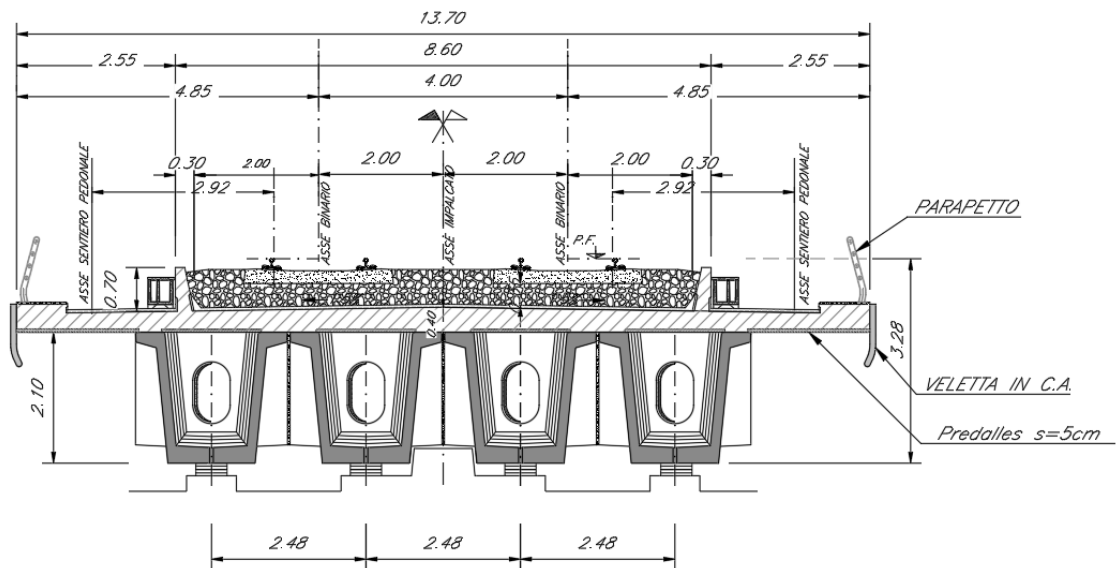


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



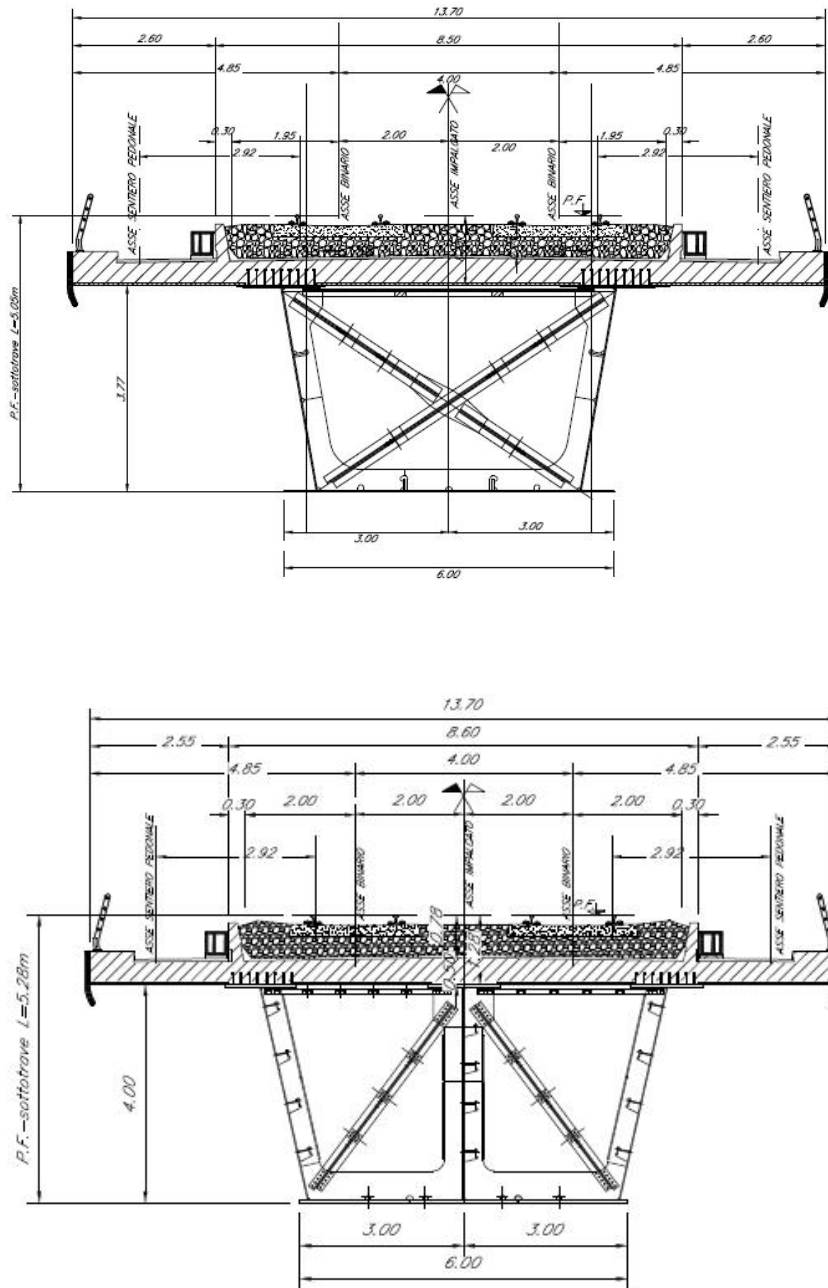


Figura 2: sezione trasversale impalcato

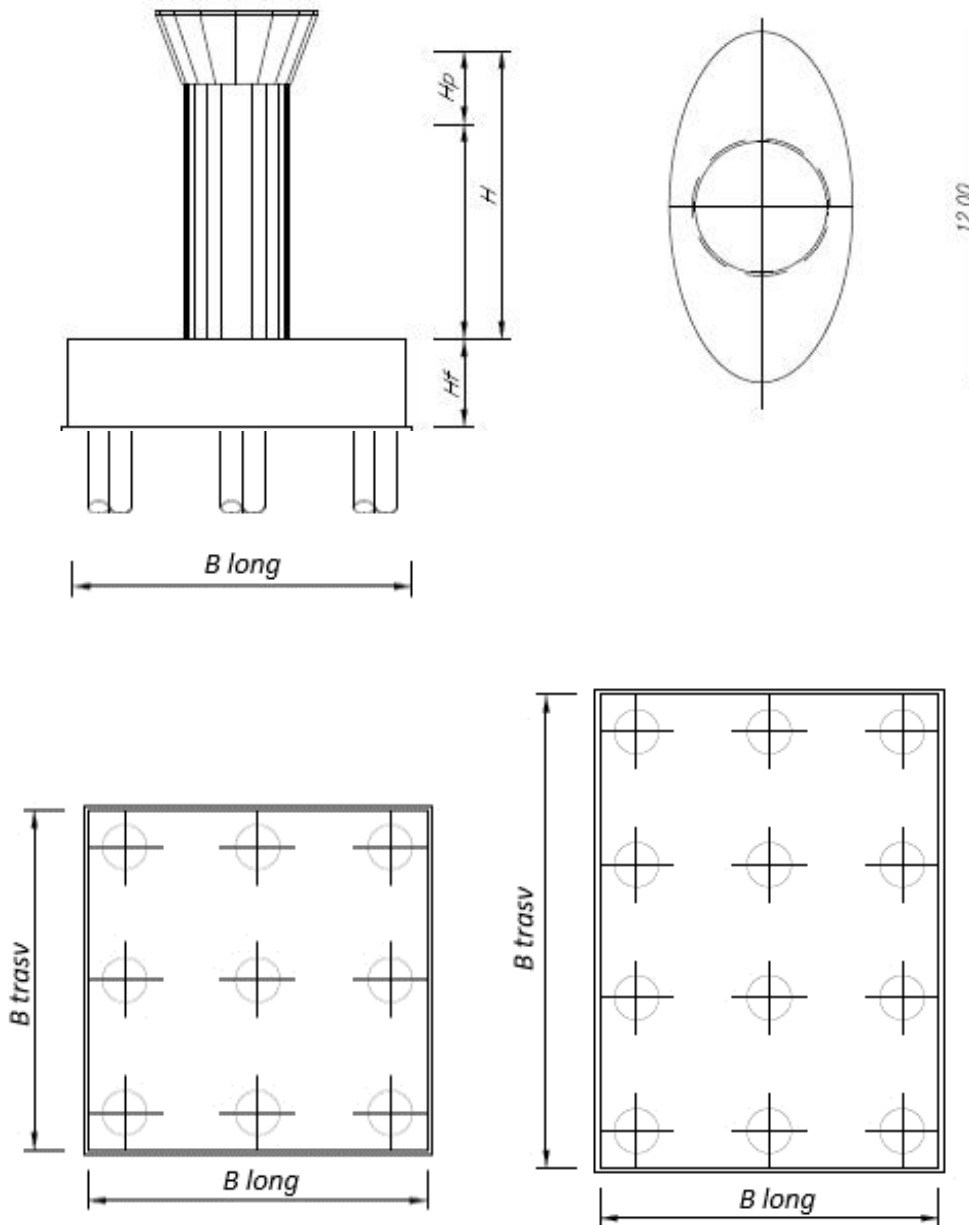



Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

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

## 3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:


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

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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



 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

### 3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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


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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

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

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

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

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


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

## 4. DATI DI BASE

### 4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 4.5m, una altezza complessiva di 14.50m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1500mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	14.5	m
tipologia di sezione					<b>circolare</b>	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	2.25	m
area della sezione				A	15.904	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	20.129	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	20.129	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	4970	kN
<b>PULVINO</b>						
asse minore ellisse				a	6.24	m
asse maggiore ellisse				b	12	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	2608	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
asse minore ellisse				a	16.5	m
asse maggiore ellisse				b	16.5	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	256.3	m <sup>3</sup>
peso di volume del terreno				y	19	kN/3
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0

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

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

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\Psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

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



Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
A1_SLU_gr1_Treno_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2_Scarico_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4_centrif_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr1+vento_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2+vento_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3+vento_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4+vento_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr1_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr2_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr3_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr4_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr1_	1.35	1.5	1.16	0	0.58	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr2_	1.35	1.5	0	1.16	0	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr3_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	0.58	0.58	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr4_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
SLE_rar_gr1_Treno_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr2_Scarico_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr4_centrif_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr1+vento_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr2+vento_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr3+vento_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr4+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_Treno_	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_Scarico_	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_centrif_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr1+vento_	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2+vento_	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr4+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr4_centrif_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	1

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

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

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

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


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

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

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

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



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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:

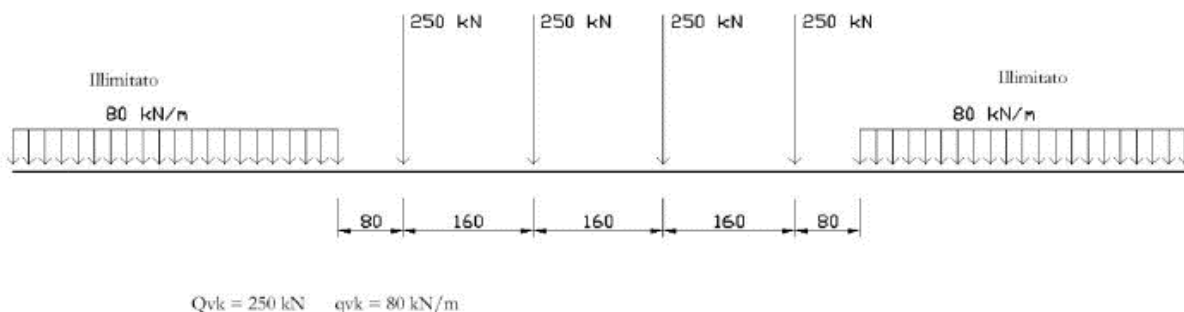
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	12705	1386
scarichi estradosso Pila - G2	11171	1219
scarichi estradosso Fondazione - G1	21419	1386
scarichi estradotto Fondazione - G2	11171	1219
scarichi sui Pali - G1	41459	1386
scarichi sui Pali - G2	11171	1219

## 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;

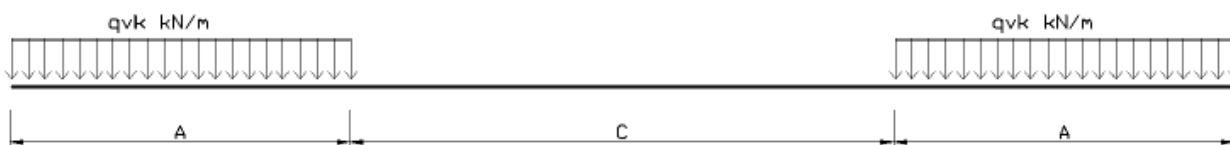
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

Per questo modello di carico è prevista un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario.

➤ *Modello di carico SW/2*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.



**SW/0**

Carico distribuito	Qvk	133	KN/m
Lunghezza	A	15	m
Lunghezza	C	5.3	m


**SW/2**

Carico distribuito	Qvk	150	KN/m
Lunghezza	A	25	m
Lunghezza	C	7	m

In questo modello di carico non è prevista alcuna eccentricità del carico ferroviario. Le azioni di entrambi i modelli dovranno essere moltiplicate per un coefficiente di adattamento definito dalla

seguente tabella (tab. 2.5.1.4.1.1 - RFI DTC SI PS MA IFS 001 ).

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE “α”
LM/71	1.10
SW/0	1.10
SW/2	1.00

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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

Questi schemi di base sono stati accoppiati nel caso di doppio binario, ottenendo le seguenti caratteristiche di sollecitazioni:

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	9476	3242	2480
COMBO ML	7009	5969	1909
COMBO MT	5121	2111	10755

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

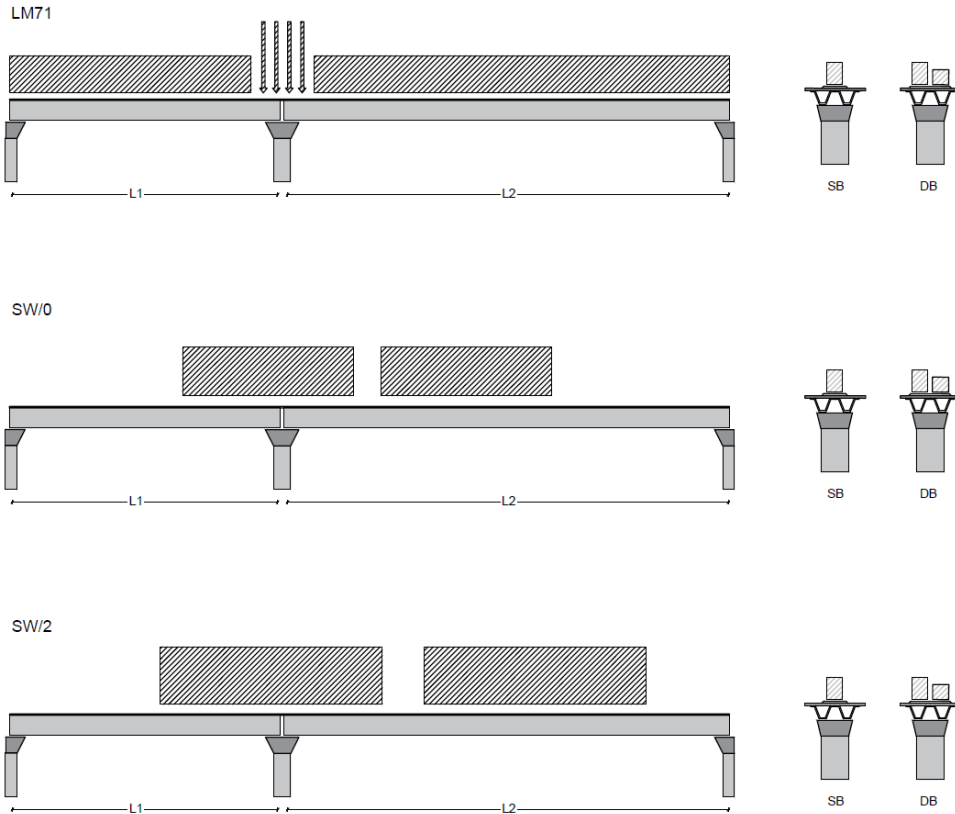


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

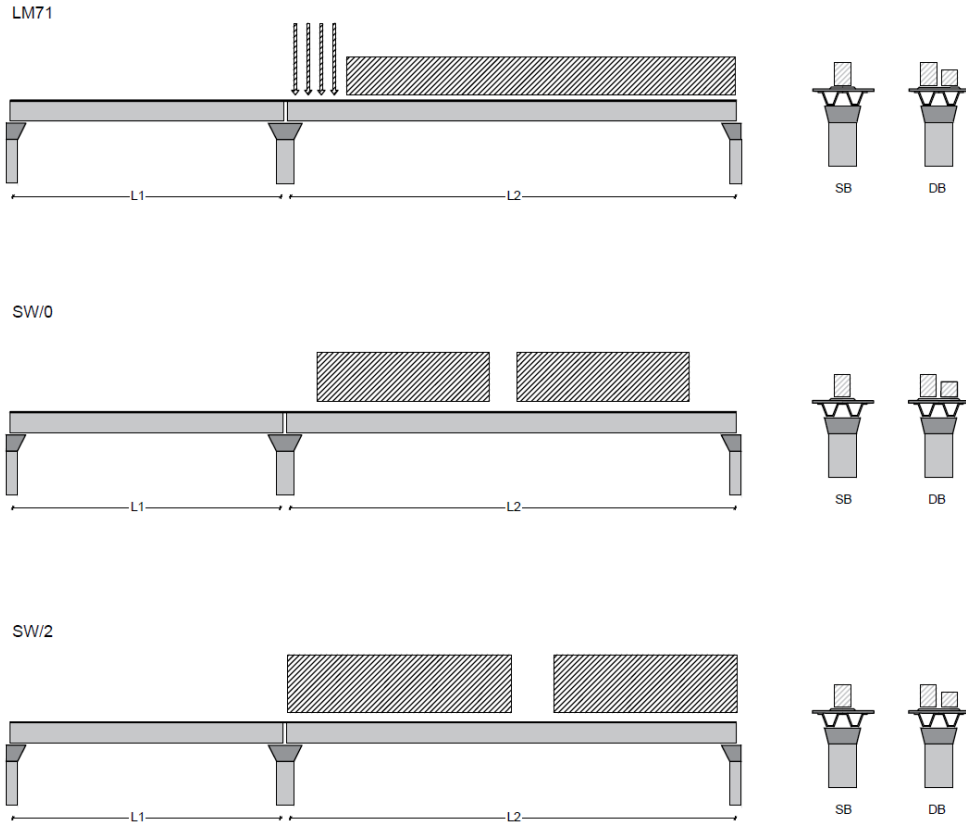


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale



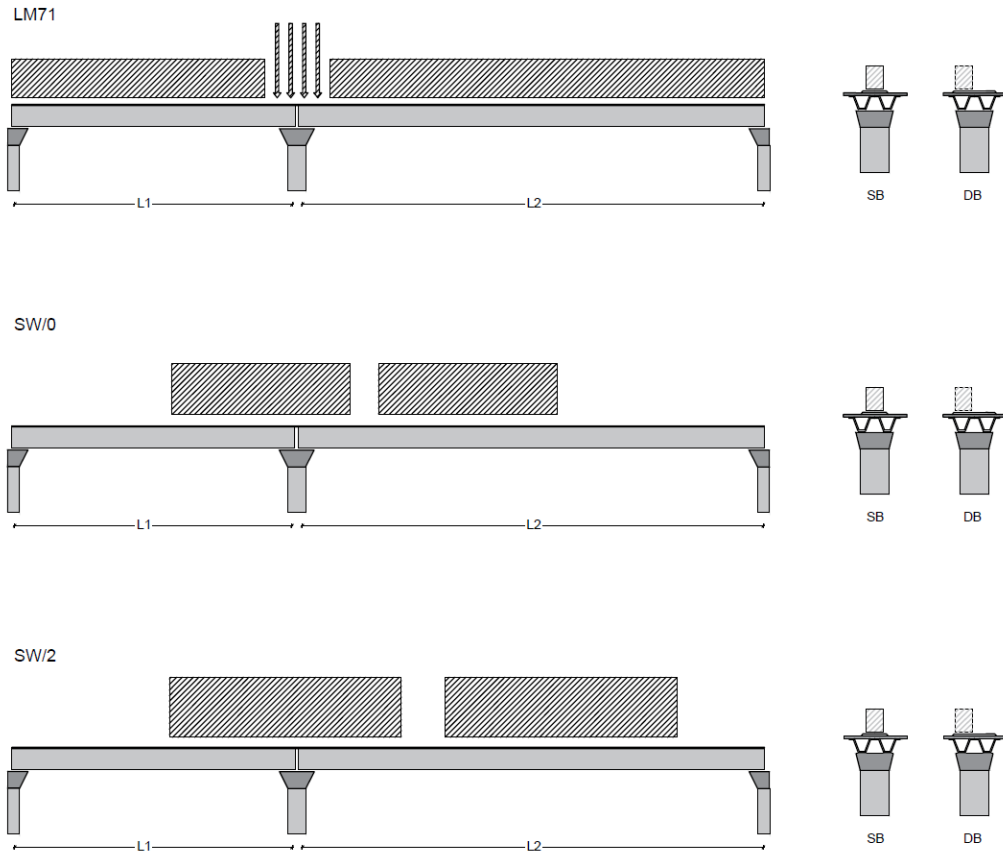



Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	10000000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	48	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.793494	

<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	289.0	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	92.5	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	<b>0.0</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>0.0</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	0.79	
coefficiente di adattamento					a	1.0	


	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	262.8	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	84.1	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	0.0	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.0	kN/m
<b>SW/2</b>						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di $\alpha$ pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	157.66	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.00	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_LM/71_1	0.01442	0.0011536	0.01442	0.00115	0.077867	0.48546
Fcen_LM/71_2	0.01681	0.0013449	0.016683	0.00133	0.090409	0.56365
Fcen_SW/2_1	0	0.0012414	0	0.00124	0.068276	0.42566


 <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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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>Doppio</b>		
combinazione treni		<b>LM/71 + SW/2</b>		
valore caratteristico della forza		Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento		a	1.1	
coefficiente di adattamento		a2	1	
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali				
altezza baggioni e apparecchi d'appoggio			0.45	m
altezza impalcato + soletta			3.104453	m
armamento			0.88	m
incremento altezza rotaia + alta			0.1	m
valore caratteristico della Forza		Fsk	<b>210</b>	kN
valore caratteristico Momento Tra		Msk	<b>952.235</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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				<b>Doppio</b>	
combinazione treni				<b>LM/71 + 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>60</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	60	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1320	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	50		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1750		

#### 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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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	60	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>12705</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>11171</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>13996</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>750.9</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>337.9</b>	kN/m

#### 5.6.5 Azione del Vento


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

velocità di base di riferimento slm	Vbo	<b>28</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>500</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>320</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	14.5	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	14.95	m
	altezza di riferimento	z	19.465	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.79	
	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	1495.44	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	13.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	4.03	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	9.03	m
		d/h	1.51717	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	1.98278	
	forza trasversale	fx	26.8	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1338.8	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	6646.9	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.91	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.5376			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	1.97716			
	forza trasversale	fx	26.3			
	forza equivalente in testa pila	Fx	1448.9	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	7107.1	kn/m		
<b>VENTO SULLA PILA</b>						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	14.5	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.59331			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1495.44	n/m2		
			1.49544	Kpa		
	tipologia di sezione		circolare			
	larghezza trasversale pila	b	0	m		
	larghezza longitudinale pila	d	0	m		
	raggio della sezione	R	2.25	m		
	rapporto geometrico	b/d	0.1			
	rapporto geometrico	r/b	0.1			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75			
	viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	1.2E+07			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00044			




 <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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90503	
	rapporto geometrico	l/b	3.22222	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.22222	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64832	
	forza trasversale	f tras	<b>0.9</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>12.7</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>8.7</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	2.25	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90503	
	rapporto geometrico	l/b	3.22222	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.22222	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64832	
	forza longitudinale	f lon	0.87745	
	forza equivalente in testa pila	F lon	12.7231	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	8.7	m

## 5.7 Azione Sismica

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

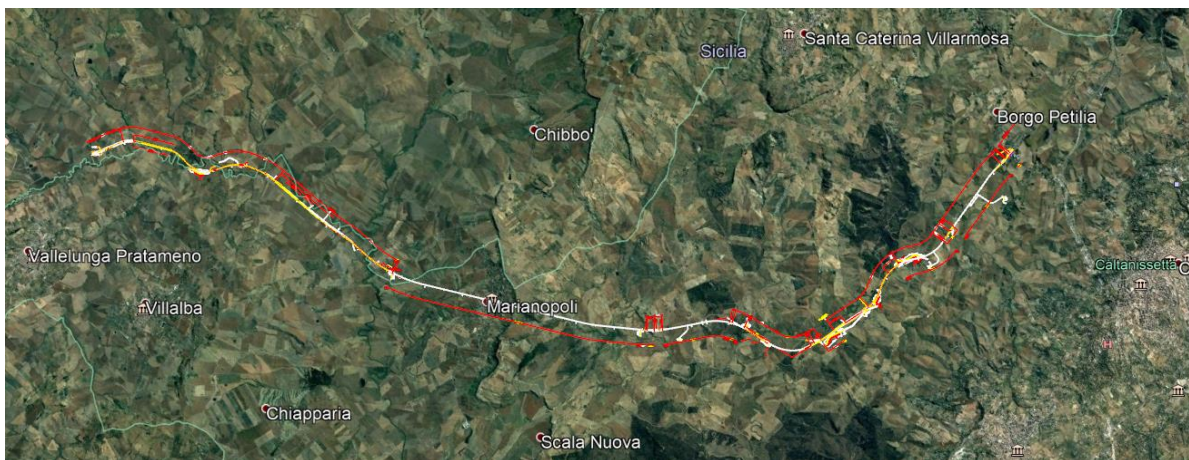


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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


 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione



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

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

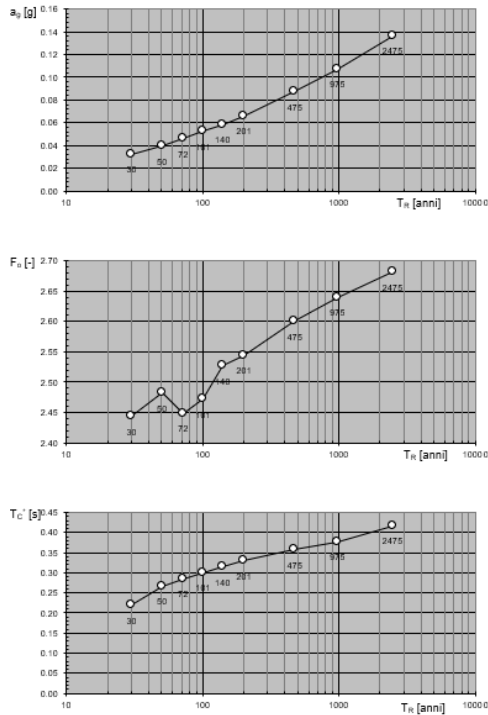
Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

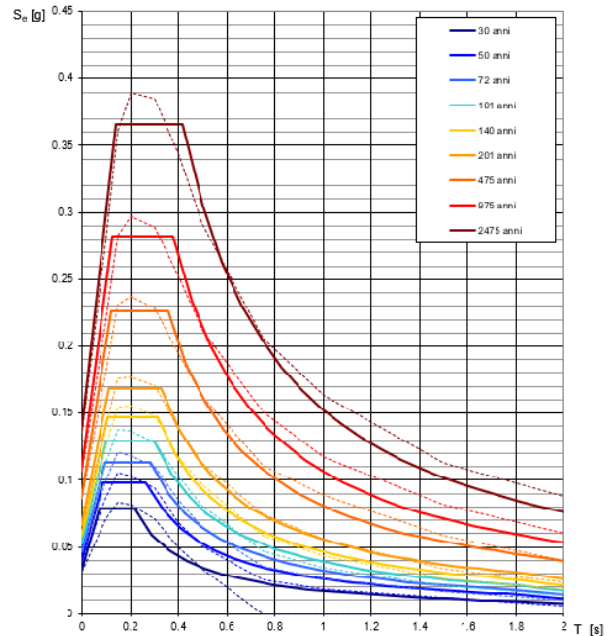
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite  
Stato Limite considerato **SLV** info

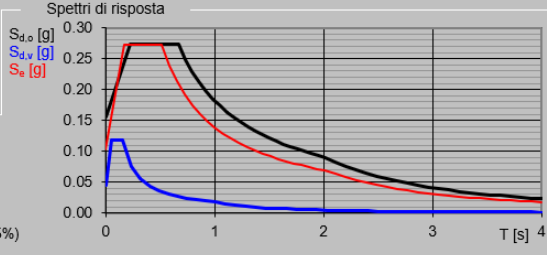
Risposta sismica locale  
 Categoria di sottosuolo **C** info  $S_S = 1.500$   $C_C = 1.313$  info  
 Categoria topografica **T1** info  $h/H = 0.000$   $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale  
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%) **5**  $\eta_1 = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_0$  **1.5** Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale  
 Spettro di progetto Fattore  $q$  **1**  $\eta_1 = 1.000$  info

Elaborazioni  
 Grafici spettri di risposta  
 Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

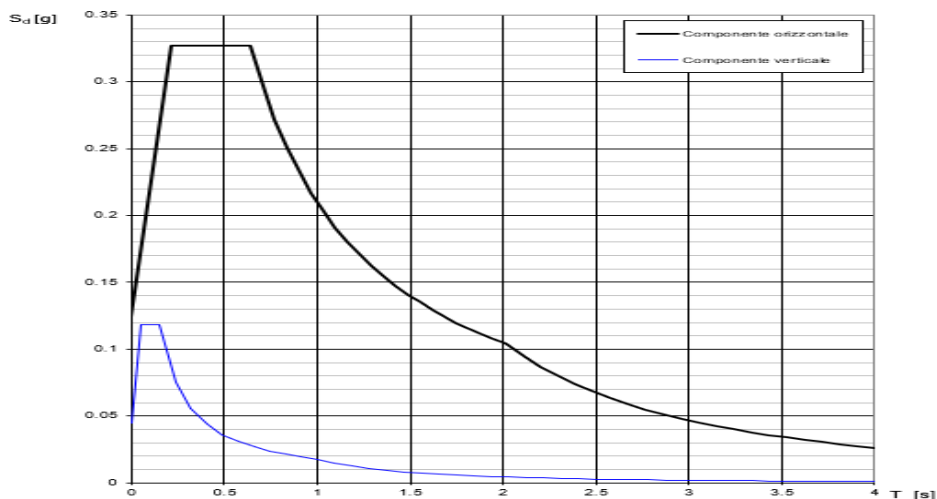


— Spettro di progetto - componente orizzontale  
 — Spettro di progetto - componente verticale  
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato II SLV**



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.103 g
$F_o$	2.641
$T_c$	0.508 s
$S_s$	1.500
$C_c$	1.313
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.222 s
$T_C$	0.667 s
$T_D$	2.013 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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


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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.155
$T_B$	0.222	0.409
$T_C$	0.667	0.409
	0.731	0.373
	0.795	0.343
	0.859	0.318
	0.924	0.296
	0.988	0.276
	1.052	0.260
	1.116	0.245
	1.180	0.231
	1.244	0.219
	1.308	0.209
	1.372	0.199
	1.436	0.190
	1.500	0.182
	1.564	0.174
	1.629	0.168
	1.693	0.161
	1.757	0.155
	1.821	0.150
	1.885	0.145
	1.949	0.140
$T_D$	2.013	0.136
	2.108	0.124
	2.202	0.113
	2.297	0.104
	2.392	0.096
	2.486	0.089
	2.581	0.083
	2.675	0.077
	2.770	0.072
	2.865	0.067
	2.959	0.063
	3.054	0.059
	3.148	0.055
	3.243	0.052
	3.338	0.049
	3.432	0.047
	3.527	0.044
	3.622	0.042
	3.716	0.040
	3.811	0.038
	3.905	0.036
	4.000	0.034

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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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	14324	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	2865	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	26046	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	28911	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	5782	kN
massa pulvino		Mpul	3744	kN
massa pila		Mpila	4970	kN
massa efficace pila		Mpe	5401	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	34311	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$		<b>OK</b>	

<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	10963	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	2193	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	23876	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	26068	kN
massa pulvino		Mpul	3744	kN
massa pila		Mpila	4970	kN
massa efficace pila		Mpe	5401	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	31469	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -187.1 KN</b>	

<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	10963	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	2193	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	23876	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	26068	kN
massa pulvino		Mpul	3744	kN
massa pila		Mpila	4970	kN
massa efficace pila		Mpe	5401	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	31469	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -187.1 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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

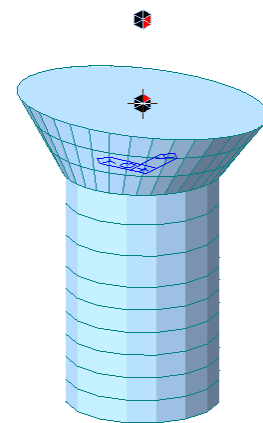
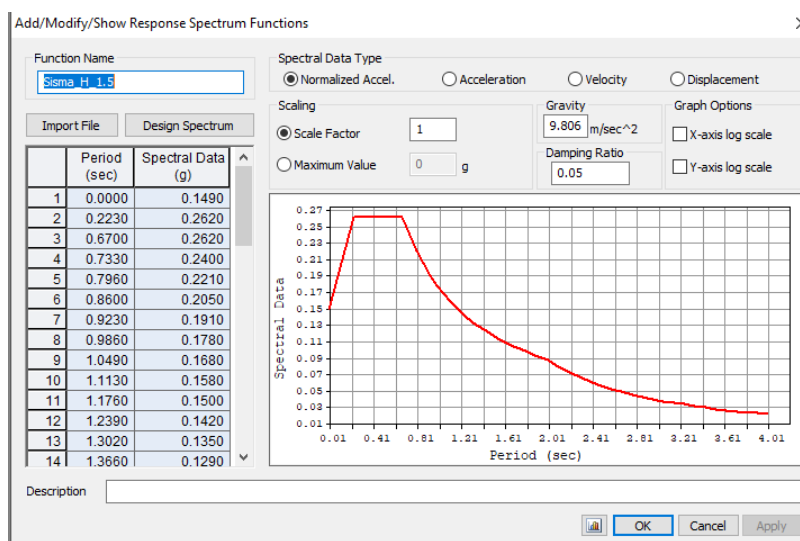
5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	15.90	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	20.13	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	20.13	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila		E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	14.50	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof		H <sub>e</sub>	14.95	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	1.8E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	3.3E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	2.9E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.89	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.63	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.07	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.21	0.21	0.32	0.11	g
accelerazione componente longitudinale	0.27	0.27	0.41	0.15	g
accelerazione componente verticale	0.12	0.12	0.12	0.04	g
Sforzo assiale	3821	3821	3821	1232	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	6837	7520	10255	3478	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	9582	10541	14374	5305	kN
Momento flessionale trasversale	125970	138567	188955	64088	kN m
Momento flessionale longitudinale	143810	158136	215439	79650	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	1046	2507.51	2380.18	21852.94	26261.21
SISMA q=1	1046	3765.47	3552.49	32821.76	39207.29
SISMA sld	339.2	1746.27	1671.23	15220.48	18443.7

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.

### 6.3.6 Escavazioni localizzate viadotto VI07

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	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P02	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P03	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P04	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P05	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P06	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P07	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P08	1.00	0.59	19	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	1.80	plinto non scoperto
P09	2.91	1.77	19	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	7.82	plinto scoperto
P10	3.06	2.04	2	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	6.80	plinto scoperto
P11	3.00	2.33	19	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	9.67	plinto scoperto
P12	2.46	2.53	13	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	9.29	plinto scoperto
P13	0.53	0.85	35	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	4.33	plinto scoperto
P14	0.06	0.25	33	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.71	plinto non scoperto
P15	0.06	0.32	7	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.75	plinto non scoperto
P16	0.09	0.44	12	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	1.01	plinto non scoperto
P17	0.10	0.52	0	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	1.04	plinto non scoperto
P18	2.07	0.15	62	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.47	plinto non scoperto
P19	2.79	0.26	28	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.88	plinto non scoperto
P20	2.81	0.37	10	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	2.47	plinto scoperto
P21	2.70	0.47	1	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	2.54	plinto scoperto
P22	2.58	0.54	2	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	2.81	plinto scoperto
P23	2.39	0.57	4	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	2.97	plinto scoperto
P24	2.09	0.58	21	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	3.64	plinto scoperto
P25	0.67	3.70	9	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	9.92	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:

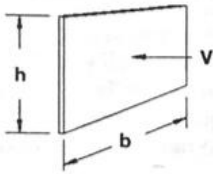
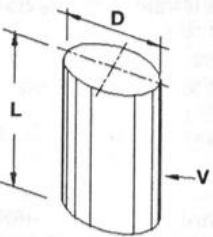

Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente $C_n$
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 $\infty$	1.16 1.20 1.50 1.90
	$10^5$	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 $\infty$	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 $\infty$	0.35 0.34

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>2.53</b>	m/sec
densità dell'acqua	ro	<b>1</b>	kN sec <sup>2</sup> /m
altezza di riinterro pila	hri	<b>1.5</b>	m
altezza della pila	hp	<b>14.5</b>	m
altezza idrica Tr 300	h300	<b>2.46</b>	m
scalzamento massimo Tr300	dl	<b>9.29</b>	m
tipologia di sezione		<b>circolare</b>	m
larghezza trasversale pila	b	<b>0</b>	m
larghezza longitudinale pila	d	<b>0</b>	m
raggio della sezione	r	<b>2.25</b>	m
rapporto geometrico	L/D	<b>0.002444</b>	m
viscosità cinamatica	mi	<b>0.000894</b>	N s/m <sup>2</sup>
numero di Reynodls	Re	<b>12734899</b>	
coefficiente di forma	Cd	<b>0.35</b>	*

\* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

pressione dell'acqua		p	<b>1.120158</b>	kN/m2
forza risultante		Fidro	<b>238.6176</b>	kN
momento alla base pila		Mpila	<b>-352.007</b>	kN

<b>tabella riassuntiva - Tr300</b>			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	3.96	3	4.79
D	2.25	13.2	1.5
L/D	1.760	4.4	3.19333333
Re	6.37E+06	3.74E+07	4.24E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.19	0.35
p	1.1201575	3.8085355	1.1201575
B	2.25	13.2	6
F	9.98	196.44	32.19
M	19.76	-294.67	-77.10

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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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	49803.2	1993.75	816.509	6059.99	2145.46	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	35444.5	0	299.597	3873	135.577	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	49803.2	3987.5	816.443	6957.17	2145.05	
A1_SLU_gr4_centrif_4	43444.9	2392.5	587.559	5653.9	1331.22	
A1_SLU_gr1+vento_5	49803.2	2005.2	2132.01	6059.99	8541.81	
A1_SLU_gr2+vento_6	35444.5	11.4508	1615.1	3873	6531.93	
A1_SLU_gr3+vento_7	49803.2	3998.95	2131.94	6957.17	8541.4	
A1_SLU_gr4+vento_8	43444.9	2403.95	1903.06	5653.9	7727.57	
A1_SLU_vento_gr1_9	46624	1614.08	2754.15	5587.79	12335.8	
A1_SLU_vento_gr2_10	35137.1	19.0846	2423.32	3838.2	10765.1	
A1_SLU_vento_gr3_11	46624	3209.08	2754.09	6305.54	12335.4	
A1_SLU_vento_gr4_12	43444.9	2411.58	2780.06	5653.9	11991.8	
SLE_rar_gr1_Treno_14	34838	1375	425.947	4232.87	1417.9	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	24935.5	0	188.286	2724.6	85.2518	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	34838	2750	425.902	4851.62	1417.62	
SLE_rar_gr4_centrif_17	30453	1650	320.671	3952.81	880.038	
SLE_rar_gr1+vento_18	34838	1382.63	1302.95	4232.87	5682.14	
SLE_rar_gr2+vento_19	24935.5	7.63384	1065.29	2724.6	4349.49	
SLE_rar_gr3+vento_20	34838	2757.63	1302.9	4851.62	5681.86	
SLE_rar_gr4+vento_21	30453	1657.63	1197.67	3952.81	5144.27	
SLE_rar_vento_gr1_22	32645.5	1112.72	1760.33	3907.21	8222.44	
SLE_rar_vento_gr2_23	24723.5	12.7231	1608.22	2700.6	7173.43	
SLE_rar_vento_gr3_24	32645.5	2212.72	1760.29	4402.21	8222.21	
SLE_rar_vento_gr4_25	30453	1662.72	1782.34	3952.81	7987.1	

SLE_fre_gr1_Treno_27	32645.5	1100	248.897	3907.21	1092.98
SLE_fre_gr2_Scarico_28	24723.5	0	122.144	2700.6	55.3833
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	32645.5	2200	248.861	4402.21	1092.76
SLE_fre_gr4_centrif_30	30453	1650	267.235	3952.81	855.991
SLE_fre_gr1+vento_31	32645.5	1102.54	541.23	3907.21	2514.4
SLE_fre_gr2+vento_32	24723.5	2.54461	414.477	2700.6	1476.8
SLE_fre_gr3+vento_33	32645.5	2202.54	541.193	4402.21	2514.17
SLE_fre_gr4+vento_34	30453	1652.54	559.568	3952.81	2277.4
SLE_fre_vento_gr1_35	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56
SLE_fre_vento_gr2_36	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56
SLE_fre_vento_gr3_37	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56
SLE_fre_vento_gr4_38	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56
SLE_fre_gr1_temp39	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_fre_gr2_temp40	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_fre_gr3_temp41	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_fre_gr3_temp42	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_qp_gr1_Treno_44	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr2_Scarico_45	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr4_centrif_47	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr1+vento_48	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr2+vento_49	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr3+vento_50	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr4+vento_51	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr1_52	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr2_53	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr3_54	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr4_55	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr1_temp56	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr2_temp57	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr3_temp58	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr3_temp59	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
E_103x_SLV_q=1.5_60	24977.9	9014.08	2555.3	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	24977.9	2706.01	7519.1	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	27550.1	2706.01	2555.3	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	24977.9	9915.24	2768.04	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	24977.9	2976.35	8228.22	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	27550.1	2976.35	2768.04	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	24977.9	13501.5	3613.55	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	24977.9	4052.24	11046.6	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	27550.1	4052.24	3613.55	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	24230.5	5143.28	1525.13	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	24230.5	1544.77	4085.2	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	25058.9	1544.77	1525.13	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	61567.2	1993.75	816.509	34969.4	13984.8
A1_SLU_gr2_Scarico_2	47208.5	0	299.597	3873	4479.73
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	61567.2	3987.5	816.443	64775.9	13983.5
A1_SLU_gr4_centrif_4	55208.9	2392.5	587.559	40345.2	9850.82
A1_SLU_gr1+vento_5	61567.2	2005.2	2132.01	35135.4	39455.9
A1_SLU_gr2+vento_6	47208.5	11.4508	1615.1	4039.04	29950.8
A1_SLU_gr3+vento_7	61567.2	3998.95	2131.94	64942	39454.6
A1_SLU_gr4+vento_8	55208.9	2403.95	1903.06	40511.2	35321.9
A1_SLU_vento_gr1_9	58388.1	1614.08	2754.15	28992	52270.9
A1_SLU_vento_gr2_10	46901.1	19.0846	2423.32	4114.93	45903.2
A1_SLU_vento_gr3_11	58388.1	3209.08	2754.09	52837.3	52269.8
A1_SLU_vento_gr4_12	55208.9	2411.58	2780.06	40621.9	52302.6
SLE_rar_gr1_Treno_14	43552.1	1375	425.947	24170.4	7594.13
SLE_rar_gr2_Scarico_15	33649.6	0	188.286	2724.6	2815.4
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	43552.1	2750	425.902	44726.6	7593.2
SLE_rar_gr4_centrif_17	39167.1	1650	320.671	27877.8	5529.76
SLE_rar_gr1+vento_18	43552.1	1382.63	1302.95	24281.1	24574.9
SLE_rar_gr2+vento_19	33649.6	7.63384	1065.29	2835.29	19796.1
SLE_rar_gr3+vento_20	43552.1	2757.63	1302.9	44837.3	24573.9
SLE_rar_gr4+vento_21	39167.1	1657.63	1197.67	27988.5	22510.5
SLE_rar_vento_gr1_22	41359.6	1112.72	1760.33	20041.7	33747.2
SLE_rar_vento_gr2_23	33437.6	12.7231	1608.22	2885.08	30492.7
SLE_rar_vento_gr3_24	41359.6	2212.72	1760.29	36486.7	33746.4
SLE_rar_vento_gr4_25	39167.1	1662.72	1782.34	28062.3	33831
SLE_fre_gr1_Treno_27	41359.6	1100	248.897	19857.2	4701.99
SLE_fre_gr2_Scarico_28	33437.6	0	122.144	2700.6	1826.48
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	41359.6	2200	248.861	36302.2	4701.24
SLE_fre_gr4_centrif_30	39167.1	1650	267.235	27877.8	4730.89
SLE_fre_gr1+vento_31	41359.6	1102.54	541.23	19894.1	10362.2
SLE_fre_gr2+vento_32	33437.6	2.54461	414.477	2737.5	7486.72
SLE_fre_gr3+vento_33	41359.6	2202.54	541.193	36339.1	10361.5
SLE_fre_gr4+vento_34	39167.1	1652.54	559.568	27914.7	10391.1
SLE_fre_vento_gr1_35	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3



SLE_fre_vento_gr2_36	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3
SLE_fre_vento_gr3_37	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3
SLE_fre_vento_gr4_38	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3
SLE_fre_gr1_temp39	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_fre_gr2_temp40	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_fre_gr3_temp41	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_fre_gr3_temp42	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_qp_gr1_Treno_44	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr2_Scarico_45	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr4_centrif_47	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr1+vento_48	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr2+vento_49	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr3+vento_50	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr4+vento_51	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr1_52	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr2_53	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr3_54	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr4_55	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr1_temp56	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr2_temp57	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr3_temp58	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr3_temp59	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
E_103x_SLV_q=1.5_60	33692	9014.08	2555.3	130514	38517.9
E_103y_SLV_q=1.5_61	33692	2706.01	7519.1	40977.3	124934
E_103z_SLV_q=1.5_62	36264.2	2706.01	2555.3	40977.3	38517.9
E_103x_SLV_q=1.36_63	33692	9915.24	2768.04	143304	42221.4
E_103y_SLV_q=1.36_64	33692	2976.35	8228.22	44814.6	137279
E_103z_SLV_q=1.36_65	36264.2	2976.35	2768.04	44814.6	42221.4
E_103x_SLV_q=1_66	33692	13501.5	3613.55	194232	56957.5
E_103y_SLV_q=1_67	33692	4052.24	11046.6	60093	186399
E_103z_SLV_q=1_68	36264.2	4052.24	3613.55	60093	56957.5
E_103x_SLD_q=1_69	32944.6	5143.28	1525.13	75543.8	20544.9
E_103y_SLD_q=1_70	32944.6	1544.77	4085.2	24486.4	65024.1
E_103z_SLD_q=1_71	33772.9	1544.77	1525.13	24486.4	20544.9

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	88620.8	1993.75	816.509	40950.6	16434.4
A1_SLU_gr2_Scarico_2	74262.2	0	299.597	3873	5378.53
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	88620.8	3987.5	816.443	76738.4	16432.8
A1_SLU_gr4_centrif_4	82262.6	2392.5	587.559	47522.7	11613.5
A1_SLU_gr1+vento_5	88620.8	2005.2	2132.01	41151	45851.9
A1_SLU_gr2+vento_6	74262.2	11.4508	1615.1	4073.39	34796.1
A1_SLU_gr3+vento_7	88620.8	3998.95	2131.94	76938.8	45850.4
A1_SLU_gr4+vento_8	82262.6	2403.95	1903.06	47723	41031.1
A1_SLU_vento_gr1_9	85441.7	1614.08	2754.15	33834.3	60533.3
A1_SLU_vento_gr2_10	73954.8	19.0846	2423.32	4172.18	53173.2
A1_SLU_vento_gr3_11	85441.7	3209.08	2754.09	62464.5	60532.1
A1_SLU_vento_gr4_12	82262.6	2411.58	2780.06	47856.6	60642.8
SLE_rar_gr1_Treno_14	63591.9	1375	425.947	28295.4	8871.98
SLE_rar_gr2_Scarico_15	53689.3	0	188.286	2724.6	3380.26
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	63591.9	2750	425.902	52976.6	8870.9
SLE_rar_gr4_centrif_17	59206.8	1650	320.671	32827.8	6491.77
SLE_rar_gr1+vento_18	63591.9	1382.63	1302.95	28429	28483.7
SLE_rar_gr2+vento_19	53689.3	7.63384	1065.29	2858.19	22992
SLE_rar_gr3+vento_20	63591.9	2757.63	1302.9	53110.2	28482.6
SLE_rar_gr4+vento_21	59206.8	1657.63	1197.67	32961.4	26103.5
SLE_rar_vento_gr1_22	61399.3	1112.72	1760.33	23379.9	39028.1
SLE_rar_vento_gr2_23	53477.3	12.7231	1608.22	2923.25	35317.3
SLE_rar_vento_gr3_24	61399.3	2212.72	1760.29	43124.9	39027.3
SLE_rar_vento_gr4_25	59206.8	1662.72	1782.34	33050.5	39178
SLE_fre_gr1_Treno_27	61399.3	1100	248.897	23157.2	5448.68
SLE_fre_gr2_Scarico_28	53477.3	0	122.144	2700.6	2192.91
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	61399.3	2200	248.861	42902.2	5447.82
SLE_fre_gr4_centrif_30	59206.8	1650	267.235	32827.8	5532.6
SLE_fre_gr1+vento_31	61399.3	1102.54	541.23	23201.7	11985.9
SLE_fre_gr2+vento_32	53477.3	2.54461	414.477	2745.13	8730.15
SLE_fre_gr3+vento_33	61399.3	2202.54	541.193	42946.7	11985.1
SLE_fre_gr4+vento_34	59206.8	1652.54	559.568	32872.3	12069.8
SLE_fre_vento_gr1_35	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7
SLE_fre_vento_gr2_36	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7

SLE_fre_vento_gr3_37	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7
SLE_fre_vento_gr4_38	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7
SLE_fre_gr1_temp39	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_fre_gr2_temp40	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_fre_gr3_temp41	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_fre_gr3_temp42	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_qp_gr1_Treno_44	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr2_Scarico_45	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr4_centrif_47	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr1+vento_48	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr2+vento_49	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr3+vento_50	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr4+vento_51	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr1_52	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr2_53	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr3_54	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr4_55	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr1_temp56	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr2_temp57	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr3_temp58	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr3_temp59	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
E_103x_SLV_q=1.5_60	54001.1	11314.4	3245.41	164457	48254.1
E_103y_SLV_q=1.5_61	54001.1	5006.36	8209.21	55996.4	149561
E_103z_SLV_q=1.5_62	57201.8	5006.36	3245.41	55996.4	48254.1
E_103x_SLV_q=1.36_63	54001.1	12215.6	3458.14	179951	52595.8
E_103y_SLV_q=1.36_64	54001.1	5276.7	8918.32	60644.7	164034
E_103z_SLV_q=1.36_65	57201.8	5276.7	3458.14	60644.7	52595.8
E_103x_SLV_q=1_66	54001.1	15801.9	4303.66	241638	69868.5
E_103y_SLV_q=1_67	54001.1	6352.59	11736.7	79150.7	221609
E_103z_SLV_q=1_68	57201.8	6352.59	4303.66	79150.7	69868.5
E_103x_SLD_q=1_69	53076.1	6265.6	1861.83	94340.6	26130.4
E_103y_SLD_q=1_70	53076.1	2667.08	4421.9	32487.6	78289.8
E_103z_SLD_q=1_71	54118.6	2667.08	1861.83	32487.6	26130.4

## 6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	44292.3	1993.75	618.119	13469.7	3778.98
A1_SLU_gr2_Scarico_73	35444.5	0	299.597	3873	135.577
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	44292.3	3987.5	618.053	14366.9	3778.58
A1_SLU_gr4_centrif_75	40138.4	2392.5	468.525	10099.7	2311.33
A1_SLU_gr1+vento_76	44292.3	2005.2	1933.62	13469.7	10175.3
A1_SLU_gr2+vento_77	35444.5	11.4508	1615.1	3873	6531.93
A1_SLU_gr3+vento_78	44292.3	3998.95	1933.55	14366.9	10174.9
A1_SLU_gr4+vento_79	40138.4	2403.95	1784.02	10099.7	8707.69
A1_SLU_vento_gr1_80	42215.4	1614.08	2627.18	11515.5	13656.9
A1_SLU_vento_gr2_81	35137.1	19.0846	2423.32	3838.2	10765.1
A1_SLU_vento_gr3_82	42215.4	3209.08	2627.12	12233.3	13656.5
A1_SLU_vento_gr4_83	40138.4	2411.58	2661.02	10099.7	12971.9
SLE_rar_gr1_Treno_85	31037.4	1375	334.733	9342.99	2565
SLE_rar_gr2_Scarico_86	24935.5	0	188.286	2724.6	85.2518
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	31037.4	2750	334.688	9961.74	2564.71
SLE_rar_gr4_centrif_88	28172.7	1650	265.942	7018.89	1568.29
SLE_rar_gr1+vento_89	31037.4	1382.63	1211.73	9342.99	6829.23
SLE_rar_gr2+vento_90	24935.5	7.63384	1065.29	2724.6	4349.49
SLE_rar_gr3+vento_91	31037.4	2757.63	1211.69	9961.74	6828.95
SLE_rar_gr4+vento_92	28172.7	1657.63	1142.94	7018.89	5832.53
SLE_rar_vento_gr1_93	29605.1	1112.72	1701.95	7995.32	9146.68
SLE_rar_vento_gr2_94	24723.5	12.7231	1608.22	2700.6	7173.43
SLE_rar_vento_gr3_95	29605.1	2212.72	1701.91	8490.32	9146.45
SLE_rar_vento_gr4_96	28172.7	1662.72	1727.61	7018.89	8675.35
SLE_fre_gr1_Treno_98	29605.1	1100	200.249	7995.32	2021.61
SLE_fre_gr2_Scarico_99	24723.5	0	122.144	2700.6	55.3833
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	29605.1	2200	200.213	8490.32	2021.38
SLE_fre_gr4_centrif_101	28172.7	1650	221.628	7018.89	1548.35
SLE_fre_gr1+vento_102	29605.1	1102.54	492.582	7995.32	3443.02
SLE_fre_gr2+vento_103	24723.5	2.54461	414.477	2700.6	1476.8
SLE_fre_gr3+vento_104	29605.1	2202.54	492.546	8490.32	3442.79
SLE_fre_gr4+vento_105	28172.7	1652.54	513.961	7018.89	2969.76

SLE_fre_vento_gr1_106	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56
SLE_fre_vento_gr2_107	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56
SLE_fre_vento_gr3_108	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56
SLE_fre_vento_gr4_109	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56
SLE_fre_gr1_temp110	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_fre_gr2_temp111	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_fre_gr3_temp112	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_fre_gr3_temp113	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_qp_gr1_Treno_115	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr2_Scarico_116	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr4_centrif_118	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr1+vento_119	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr2+vento_120	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr3+vento_121	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr4+vento_122	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr1_123	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr2_124	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr3_125	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr4_126	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr1_temp127	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr2_temp128	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr3_temp129	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr3_temp130	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
E_103x_SLV_q=1.5_131	24977.9	9014.08	2555.3	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	24977.9	2706.01	7519.1	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	27550.1	2706.01	2555.3	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	24977.9	9915.24	2768.04	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	24977.9	2976.35	8228.22	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	27550.1	2976.35	2768.04	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	24977.9	13501.5	3613.55	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	24977.9	4052.24	11046.6	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	27550.1	4052.24	3613.55	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	24245.2	5307.28	1471.42	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	24245.2	1593.97	3906.16	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	25108	1593.97	1471.42	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	56056.4	1993.75	618.119	42379	12741.7
A1_SLU_gr2_Scarico_73	47208.5	0	299.597	3873	4479.73
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	56056.4	3987.5	618.053	72185.6	12740.3
A1_SLU_gr4_centrif_75	51902.4	2392.5	468.525	44791	9104.94
A1_SLU_gr1+vento_76	56056.4	2005.2	1933.62	42545.1	38212.8
A1_SLU_gr2+vento_77	47208.5	11.4508	1615.1	4039.04	29950.8
A1_SLU_gr3+vento_78	56056.4	3998.95	1933.55	72351.6	38211.4
A1_SLU_gr4+vento_79	51902.4	2403.95	1784.02	44957	34576
A1_SLU_vento_gr1_80	53979.4	1614.08	2627.18	34919.8	51750.9
A1_SLU_vento_gr2_81	46901.1	19.0846	2423.32	4114.93	45903.2
A1_SLU_vento_gr3_82	53979.4	3209.08	2627.12	58765	51749.8
A1_SLU_vento_gr4_83	51902.4	2411.58	2661.02	45067.7	51556.7
SLE_rar_gr1_Treno_85	39751.5	1375	334.733	29280.5	7418.63
SLE_rar_gr2_Scarico_86	33649.6	0	188.286	2724.6	2815.4
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	39751.5	2750	334.688	49836.7	7417.69
SLE_rar_gr4_centrif_88	36886.8	1650	265.942	30943.9	5424.46
SLE_rar_gr1+vento_89	39751.5	1382.63	1211.73	29391.2	24399.3
SLE_rar_gr2+vento_90	33649.6	7.63384	1065.29	2835.29	19796.1
SLE_rar_gr3+vento_91	39751.5	2757.63	1211.69	49947.4	24398.4
SLE_rar_gr4+vento_92	36886.8	1657.63	1142.94	31054.6	22405.2
SLE_rar_vento_gr1_93	38319.2	1112.72	1701.95	24129.8	33824.9
SLE_rar_vento_gr2_94	33437.6	12.7231	1608.22	2885.08	30492.7
SLE_rar_vento_gr3_95	38319.2	2212.72	1701.91	40574.8	33824.2
SLE_rar_vento_gr4_96	36886.8	1662.72	1727.61	31128.4	33725.7
SLE_fre_gr1_Treno_98	38319.2	1100	200.249	23945.3	4925.22
SLE_fre_gr2_Scarico_99	33437.6	0	122.144	2700.6	1826.48
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	38319.2	2200	200.213	40390.3	4924.47
SLE_fre_gr4_centrif_101	36886.8	1650	221.628	30943.9	4761.95
SLE_fre_gr1+vento_102	38319.2	1102.54	492.582	23982.2	10585.5
SLE_fre_gr2+vento_103	33437.6	2.54461	414.477	2737.5	7486.72
SLE_fre_gr3+vento_104	38319.2	2202.54	492.546	40427.2	10584.7
SLE_fre_gr4+vento_105	36886.8	1652.54	513.961	30980.8	10422.2
SLE_fre_vento_gr1_106	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3

SLE_fre_vento_gr2_107	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3
SLE_fre_vento_gr3_108	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3
SLE_fre_vento_gr4_109	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3
SLE_fre_gr1_temp110	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_fre_gr2_temp111	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_fre_gr3_temp112	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_fre_gr3_temp113	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_qp_gr1_Treno_115	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr2_Scarico_116	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr4_centrif_118	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr1+vento_119	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr2+vento_120	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr3+vento_121	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr4+vento_122	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr1_123	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr2_124	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr3_125	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr4_126	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr1_temp127	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr2_temp128	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr3_temp129	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr3_temp130	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
E_103x_SLV_q=1.5_131	33692	9014.08	2555.3	130514	38517.9
E_103y_SLV_q=1.5_132	33692	2706.01	7519.1	40977.3	124934
E_103z_SLV_q=1.5_133	36264.2	2706.01	2555.3	40977.3	38517.9
E_103x_SLV_q=1.36_134	33692	9915.24	2768.04	143304	42221.4
E_103y_SLV_q=1.36_135	33692	2976.35	8228.22	44814.6	137279
E_103z_SLV_q=1.36_136	36264.2	2976.35	2768.04	44814.6	42221.4
E_103x_SLV_q=1_137	33692	13501.5	3613.55	194232	56957.5
E_103y_SLV_q=1_138	33692	4052.24	11046.6	60093	186399
E_103z_SLV_q=1_139	36264.2	4052.24	3613.55	60093	56957.5
E_103x_SLD_q=1_140	32959.3	5307.28	1471.42	82255	20708.9
E_103y_SLD_q=1_141	32959.3	1593.97	3906.16	26499.7	65570.7
E_103z_SLD_q=1_142	33822.1	1593.97	1471.42	26499.7	20708.9

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	83110	1993.75	618.119	48360.3	14596.1
A1_SLU_gr2_Scarico_73	74262.2	0	299.597	3873	5378.53
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	83110	3987.5	618.053	84148.1	14594.5
A1_SLU_gr4_centrif_75	78956.1	2392.5	468.525	51968.5	10510.5
A1_SLU_gr1+vento_76	83110	2005.2	1933.62	48560.7	44013.6
A1_SLU_gr2+vento_77	74262.2	11.4508	1615.1	4073.39	34796.1
A1_SLU_gr3+vento_78	83110	3998.95	1933.55	84348.5	44012.1
A1_SLU_gr4+vento_79	78956.1	2403.95	1784.02	52168.9	39928.1
A1_SLU_vento_gr1_80	81033	1614.08	2627.18	39762	59632.4
A1_SLU_vento_gr2_81	73954.8	19.0846	2423.32	4172.18	53173.2
A1_SLU_vento_gr3_82	81033	3209.08	2627.12	68392.3	59631.2
A1_SLU_vento_gr4_83	78956.1	2411.58	2661.02	52302.4	59539.8
SLE_rar_gr1_Treno_85	59791.3	1375	334.733	33405.5	8422.82
SLE_rar_gr2_Scarico_86	53689.3	0	188.286	2724.6	3380.26
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	59791.3	2750	334.688	58086.7	8421.75
SLE_rar_gr4_centrif_88	56926.5	1650	265.942	35893.9	6222.28
SLE_rar_gr1+vento_89	59791.3	1382.63	1211.73	33539.1	28034.5
SLE_rar_gr2+vento_90	53689.3	7.63384	1065.29	2858.19	22992
SLE_rar_gr3+vento_91	59791.3	2757.63	1211.69	58220.3	28033.5
SLE_rar_gr4+vento_92	56926.5	1657.63	1142.94	36027.5	25834
SLE_rar_vento_gr1_93	58358.9	1112.72	1701.95	27468	38930.8
SLE_rar_vento_gr2_94	53477.3	12.7231	1608.22	2923.25	35317.3
SLE_rar_vento_gr3_95	58358.9	2212.72	1701.91	47213	38929.9
SLE_rar_vento_gr4_96	56926.5	1662.72	1727.61	36116.5	38908.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	58358.9	1100	200.249	27245.3	5525.97
SLE_fre_gr2_Scarico_99	53477.3	0	122.144	2700.6	2192.91
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	58358.9	2200	200.213	46990.3	5525.11
SLE_fre_gr4_centrif_101	56926.5	1650	221.628	35893.9	5426.83
SLE_fre_gr1+vento_102	58358.9	1102.54	492.582	27289.8	12063.2
SLE_fre_gr2+vento_103	53477.3	2.54461	414.477	2745.13	8730.15
SLE_fre_gr3+vento_104	58358.9	2202.54	492.546	47034.8	12062.3
SLE_fre_gr4+vento_105	56926.5	1652.54	513.961	35938.4	11964.1
SLE_fre_vento_gr1_106	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7



SLE_fre_vento_gr2_107	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7
SLE_fre_vento_gr3_108	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7
SLE_fre_vento_gr4_109	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7
SLE_fre_gr1_temp110	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_fre_gr2_temp111	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_fre_gr3_temp112	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_fre_gr3_temp113	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_qp_gr1_Treno_115	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr2_Scarico_116	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr4_centrif_118	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr1+vento_119	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr2+vento_120	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr3+vento_121	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr4+vento_122	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr1_123	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr2_124	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr3_125	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr4_126	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr1_temp127	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr2_temp128	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr3_temp129	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr3_temp130	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
E_103x_SLV_q=1.5_131	54001.1	11314.4	3245.41	164457	48254.1
E_103y_SLV_q=1.5_132	54001.1	5006.36	8209.21	55996.4	149561
E_103z_SLV_q=1.5_133	57201.8	5006.36	3245.41	55996.4	48254.1
E_103x_SLV_q=1.36_134	54001.1	12215.6	3458.14	179951	52595.8
E_103y_SLV_q=1.36_135	54001.1	5276.7	8918.32	60644.7	164034
E_103z_SLV_q=1.36_136	57201.8	5276.7	3458.14	60644.7	52595.8
E_103x_SLV_q=1_137	54001.1	15801.9	4303.66	241638	69868.5
E_103y_SLV_q=1_138	54001.1	6352.59	11736.7	79150.7	221609
E_103z_SLV_q=1_139	57201.8	6352.59	4303.66	79150.7	69868.5
E_103x_SLD_q=1_140	53090.9	6429.6	1808.12	101544	26133.3
E_103y_SLD_q=1_141	53090.9	2716.28	4242.85	34648.6	78299.2
E_103z_SLD_q=1_142	54167.8	2716.28	1808.12	34648.6	26133.3

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	41902.3	1993.75	532.076	5743.04	17029.2
A1_SLU_gr2_Scarico_144	35444.5	0	299.597	3873	135.577
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	41902.3	3987.5	532.011	6640.23	17028.8
A1_SLU_gr4_centrif_146	38704.4	2392.5	416.899	5463.74	10261.5
A1_SLU_gr1+vento_147	41902.3	2005.2	1847.57	5743.04	23425.5
A1_SLU_gr2+vento_148	35444.5	11.4508	1615.1	3873	6531.93
A1_SLU_gr3+vento_149	41902.3	3998.95	1847.51	6640.23	23425.1
A1_SLU_gr4+vento_150	38704.4	2403.95	1732.4	5463.74	16657.8
A1_SLU_vento_gr1_151	40303.3	1614.08	2572.11	5334.23	24263.2
A1_SLU_vento_gr2_152	35137.1	19.0846	2423.32	3838.2	10765.1
A1_SLU_vento_gr3_153	40303.3	3209.08	2572.06	6051.98	24262.9
A1_SLU_vento_gr4_154	38704.4	2411.58	2609.4	5463.74	20922
SLE_rar_gr1_Treno_156	29389.1	1375	295.173	4014.28	11712
SLE_rar_gr2_Scarico_157	24935.5	0	188.286	2724.6	85.2518
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	29389.1	2750	295.128	4633.03	11711.7
SLE_rar_gr4_centrif_159	27183.7	1650	242.206	3821.66	7056.48
SLE_rar_gr1+vento_160	29389.1	1382.63	1172.17	4014.28	15976.2
SLE_rar_gr2+vento_161	24935.5	7.63384	1065.29	2724.6	4349.49
SLE_rar_gr3+vento_162	29389.1	2757.63	1172.13	4633.03	15975.9
SLE_rar_gr4+vento_163	27183.7	1657.63	1119.21	3821.66	11320.7
SLE_rar_vento_gr1_164	28286.4	1112.72	1676.63	3732.35	16467.1
SLE_rar_vento_gr2_165	24723.5	12.7231	1608.22	2700.6	7173.43
SLE_rar_vento_gr3_166	28286.4	2212.72	1676.6	4227.35	16466.9
SLE_rar_vento_gr4_167	27183.7	1662.72	1703.87	3821.66	14163.5
SLE_fre_gr1_Treno_169	28286.4	1100	179.151	3732.35	9343.93
SLE_fre_gr2_Scarico_170	24723.5	0	122.144	2700.6	55.3833
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	28286.4	2200	179.115	4227.35	9343.7
SLE_fre_gr4_centrif_172	27183.7	1650	201.848	3821.66	7038.31
SLE_fre_gr1+vento_173	28286.4	1102.54	471.484	3732.35	10765.3
SLE_fre_gr2+vento_174	24723.5	2.54461	414.477	2700.6	1476.8
SLE_fre_gr3+vento_175	28286.4	2202.54	471.448	4227.35	10765.1
SLE_fre_gr4+vento_176	27183.7	1652.54	494.181	3821.66	8459.73
SLE_fre_vento_gr1_177	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56

SLE_fre_vento_gr2_178	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56
SLE_fre_vento_gr3_179	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56
SLE_fre_vento_gr4_180	23875.5	6.36153	866.462	2604.6	3614.56
SLE_fre_gr1_temp181	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_fre_gr2_temp182	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_fre_gr3_temp183	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_fre_gr3_temp184	23875.5	2.54461	455.089	2604.6	1494.65
SLE_qp_gr1_Treno_186	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr2_Scarico_187	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr4_centrif_189	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr1+vento_190	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr2+vento_191	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr3+vento_192	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr4+vento_193	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr1_194	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr2_195	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr3_196	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_vento_gr4_197	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr1_temp198	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr2_temp199	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr3_temp200	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr3_temp201	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
E_103x_SLV_q=1.5_202	24977.9	9014.08	2555.3	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	24977.9	2706.01	7519.1	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	27550.1	2706.01	2555.3	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	24977.9	9915.24	2768.04	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	24977.9	2976.35	8228.22	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	27550.1	2976.35	2768.04	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	24977.9	13501.5	3613.55	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	24977.9	4052.24	11046.6	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	27550.1	4052.24	3613.55	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	24245.2	5307.28	1471.42	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	24245.2	1593.97	3906.16	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	25108	1593.97	1471.42	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**


combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	53666.3	1993.75	532.076	34652.4	24744.3
A1_SLU_gr2_Scarico_144	47208.5	0	299.597	3873	4479.73
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	53666.3	3987.5	532.011	64459	24742.9
A1_SLU_gr4_centrif_146	50468.4	2392.5	416.899	40155	16306.5
A1_SLU_gr1+vento_147	53666.3	2005.2	1847.57	34818.4	50215.4
A1_SLU_gr2+vento_148	47208.5	11.4508	1615.1	4039.04	29950.8
A1_SLU_gr3+vento_149	53666.3	3998.95	1847.51	64625	50214
A1_SLU_gr4+vento_150	50468.4	2403.95	1732.4	40321	41777.6
A1_SLU_vento_gr1_151	52067.3	1614.08	2572.11	28738.5	61558.8
A1_SLU_vento_gr2_152	46901.1	19.0846	2423.32	4114.93	45903.2
A1_SLU_vento_gr3_153	52067.3	3209.08	2572.06	52583.7	61557.7
A1_SLU_vento_gr4_154	50468.4	2411.58	2609.4	40431.7	58758.3
SLE_rar_gr1_Treno_156	38103.2	1375	295.173	23951.8	15992
SLE_rar_gr2_Scarico_157	33649.6	0	188.286	2724.6	2815.4
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	38103.2	2750	295.128	44508	15991
SLE_rar_gr4_centrif_159	35897.8	1650	242.206	27746.7	10568.5
SLE_rar_gr1+vento_160	38103.2	1382.63	1172.17	24062.5	32972.7
SLE_rar_gr2+vento_161	33649.6	7.63384	1065.29	2835.29	19796.1
SLE_rar_gr3+vento_162	38103.2	2757.63	1172.13	44618.7	32971.8
SLE_rar_gr4+vento_163	35897.8	1657.63	1119.21	27857.3	27549.2
SLE_rar_vento_gr1_164	37000.5	1112.72	1676.63	19866.8	40778.3
SLE_rar_vento_gr2_165	33437.6	12.7231	1608.22	2885.08	30492.7
SLE_rar_vento_gr3_166	37000.5	2212.72	1676.6	36311.8	40777.5
SLE_rar_vento_gr4_167	35897.8	1662.72	1703.87	27931.1	38869.7
SLE_fre_gr1_Treno_169	37000.5	1100	179.151	19682.3	11941.6
SLE_fre_gr2_Scarico_170	33437.6	0	122.144	2700.6	1826.48
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	37000.5	2200	179.115	36127.3	11940.9
SLE_fre_gr4_centrif_172	35897.8	1650	201.848	27746.7	9965.11
SLE_fre_gr1+vento_173	37000.5	1102.54	471.484	19719.2	17601.9
SLE_fre_gr2+vento_174	33437.6	2.54461	414.477	2737.5	7486.72
SLE_fre_gr3+vento_175	37000.5	2202.54	471.448	36164.2	17601.1
SLE_fre_gr4+vento_176	35897.8	1652.54	494.181	27783.6	15625.3
SLE_fre_vento_gr1_177	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3

SLE_fre_vento_gr2_178	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3
SLE_fre_vento_gr3_179	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3
SLE_fre_vento_gr4_180	32589.6	6.36153	866.462	2696.84	16178.3
SLE_fre_gr1_temp181	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_fre_gr2_temp182	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_fre_gr3_temp183	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_fre_gr3_temp184	32589.6	2.54461	455.089	2641.5	8093.44
SLE_qp_gr1_Treno_186	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr2_Scarico_187	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr4_centrif_189	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr1+vento_190	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr2+vento_191	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr3+vento_192	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr4+vento_193	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr1_194	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr2_195	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr3_196	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_vento_gr4_197	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91
SLE_qp_gr1_temp198	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr2_temp199	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr3_temp200	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
SLE_qp_gr3_temp201	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67
E_103x_SLV_q=1.5_202	33692	9014.08	2555.3	130514	38517.9
E_103y_SLV_q=1.5_203	33692	2706.01	7519.1	40977.3	124934
E_103z_SLV_q=1.5_204	36264.2	2706.01	2555.3	40977.3	38517.9
E_103x_SLV_q=1.36_205	33692	9915.24	2768.04	143304	42221.4
E_103y_SLV_q=1.36_206	33692	2976.35	8228.22	44814.6	137279
E_103z_SLV_q=1.36_207	36264.2	2976.35	2768.04	44814.6	42221.4
E_103x_SLV_q=1_208	33692	13501.5	3613.55	194232	56957.5
E_103y_SLV_q=1_209	33692	4052.24	11046.6	60093	186399
E_103z_SLV_q=1_210	36264.2	4052.24	3613.55	60093	56957.5
E_103x_SLD_q=1_211	32959.3	5307.28	1471.42	82255	20708.9
E_103y_SLD_q=1_212	32959.3	1593.97	3906.16	26499.7	65570.7
E_103z_SLD_q=1_213	33822.1	1593.97	1471.42	26499.7	20708.9

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	80719.9	1993.75	532.076	40633.7	26340.5
A1_SLU_gr2_Scarico_144	74262.2	0	299.597	3873	5378.53
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	80719.9	3987.5	532.011	76421.5	26339
A1_SLU_gr4_centrif_146	77522	2392.5	416.899	47332.5	17557.2
A1_SLU_gr1+vento_147	80719.9	2005.2	1847.57	40834.1	55758.1
A1_SLU_gr2+vento_148	74262.2	11.4508	1615.1	4073.39	34796.1
A1_SLU_gr3+vento_149	80719.9	3998.95	1847.51	76621.9	55756.5
A1_SLU_gr4+vento_150	77522	2403.95	1732.4	47532.9	46974.8
A1_SLU_vento_gr1_151	79121	1614.08	2572.11	33580.7	69275.1
A1_SLU_vento_gr2_152	73954.8	19.0846	2423.32	4172.18	53173.2
A1_SLU_vento_gr3_153	79121	3209.08	2572.06	62211	69273.9
A1_SLU_vento_gr4_154	77522	2411.58	2609.4	47666.5	66586.5
SLE_rar_gr1_Treno_156	58143	1375	295.173	28076.8	16877.5
SLE_rar_gr2_Scarico_157	53689.3	0	188.286	2724.6	3380.26
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	58143	2750	295.128	52758	16876.4
SLE_rar_gr4_centrif_159	55937.5	1650	242.206	32696.7	11295.1
SLE_rar_gr1+vento_160	58143	1382.63	1172.17	28210.4	36489.2
SLE_rar_gr2+vento_161	53689.3	7.63384	1065.29	2858.19	22992
SLE_rar_gr3+vento_162	58143	2757.63	1172.13	52891.6	36488.1
SLE_rar_gr4+vento_163	55937.5	1657.63	1119.21	32830.3	30906.8
SLE_rar_vento_gr1_164	57040.2	1112.72	1676.63	23205	45808.1
SLE_rar_vento_gr2_165	53477.3	12.7231	1608.22	2923.25	35317.3
SLE_rar_vento_gr3_166	57040.2	2212.72	1676.6	42950	45807.3
SLE_rar_vento_gr4_167	55937.5	1662.72	1703.87	32919.3	43981.3
SLE_fre_gr1_Treno_169	57040.2	1100	179.151	22982.3	12479.1
SLE_fre_gr2_Scarico_170	53477.3	0	122.144	2700.6	2192.91
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	57040.2	2200	179.115	42727.3	12478.2
SLE_fre_gr4_centrif_172	55937.5	1650	201.848	32696.7	10570.6
SLE_fre_gr1+vento_173	57040.2	1102.54	471.484	23026.9	19016.3
SLE_fre_gr2+vento_174	53477.3	2.54461	414.477	2745.13	8730.15
SLE_fre_gr3+vento_175	57040.2	2202.54	471.448	42771.9	19015.4
SLE_fre_gr4+vento_176	55937.5	1652.54	494.181	32741.2	17107.9
SLE_fre_vento_gr1_177	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7

SLE_fre_vento_gr2_178	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7
SLE_fre_vento_gr3_179	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7
SLE_fre_vento_gr4_180	52629.3	6.36153	866.462	2715.93	18777.7
SLE_fre_gr1_temp181	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_fre_gr2_temp182	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_fre_gr3_temp183	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_fre_gr3_temp184	52629.3	2.54461	455.089	2649.13	9458.71
SLE_qp_gr1_Treno_186	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr2_Scarico_187	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr4_centrif_189	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr1+vento_190	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr2+vento_191	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr3+vento_192	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr4+vento_193	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr1_194	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr2_195	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr3_196	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_vento_gr4_197	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8
SLE_qp_gr1_temp198	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr2_temp199	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr3_temp200	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
SLE_qp_gr3_temp201	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56
E_103x_SLV_q=1.5_202	54001.1	11314.4	3245.41	164457	48254.1
E_103y_SLV_q=1.5_203	54001.1	5006.36	8209.21	55996.4	149561
E_103z_SLV_q=1.5_204	57201.8	5006.36	3245.41	55996.4	48254.1
E_103x_SLV_q=1.36_205	54001.1	12215.6	3458.14	179951	52595.8
E_103y_SLV_q=1.36_206	54001.1	5276.7	8918.32	60644.7	164034
E_103z_SLV_q=1.36_207	57201.8	5276.7	3458.14	60644.7	52595.8
E_103x_SLV_q=1_208	54001.1	15801.9	4303.66	241638	69868.5
E_103y_SLV_q=1_209	54001.1	6352.59	11736.7	79150.7	221609
E_103z_SLV_q=1_210	57201.8	6352.59	4303.66	79150.7	69868.5
E_103x_SLD_q=1_211	53090.9	6429.6	1808.12	101544	26133.3
E_103y_SLD_q=1_212	53090.9	2716.28	4242.85	34648.6	78299.2
E_103z_SLD_q=1_213	54167.8	2716.28	1808.12	34648.6	26133.3

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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		34838	1375	425.947	4232.87	1417.9
SLE_rar_gr3+vento_20		34838	2757.63	1302.9	4851.62	5681.86
SLE_rar_vento_gr4_25		30453	1662.72	1782.34	3952.81	7987.1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		34838	2750	425.902	4851.62	1417.62
SLE_rar_vento_gr1_22		32645.5	1112.72	1760.33	3907.21	8222.44
SLE_rar_gr4_centrif_17		30453	1650	320.671	3952.81	880.038
SLE_rar_vento_gr4_25		30453	1662.72	320.671	3952.81	7987.1
SLE_rar_vento_gr4_25		30453	1662.72	1782.34	3952.81	7987.1
SLE_rar_gr4_centrif_17		30453	1650	320.671	3952.81	880.038
SLE_rar_vento_gr4_25		30453	1662.72	1782.34	3952.81	7987.1
SLE_qp_gr1_Treno_44		23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr1+vento_48		23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr1+vento_48		23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
SLE_qp_gr1_Treno_44		23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335
SLE_qp_gr1+vento_48		23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45
E_103x_SLD_q=1_69		24230.5	5143.28	1525.13	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		24230.5	1544.77	4085.2	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		25058.9	1544.77	1525.13	0	0



BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	43552.1	1375	425.947	24170.4	7594.13	
SLE_rar_gr3+vento_20	43552.1	2757.63	1302.9	44837.3	24573.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	39167.1	1662.72	1782.34	28062.3	33831	
SLE_rar_gr3+vento_20	43552.1	2757.63	1302.9	44837.3	24573.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	39167.1	1662.72	1782.34	28062.3	33831	
SLE_rar_gr4_centrif_17	39167.1	1650	320.671	27877.8	5529.76	
SLE_rar_vento_gr4_25	39167.1	1662.72	1782.34	28062.3	33831	
SLE_rar_vento_gr4_25	39167.1	1662.72	1782.34	28062.3	33831	
SLE_rar_vento_gr4_25	39167.1	1662.72	1782.34	28062.3	33831	
SLE_rar_vento_gr4_25	39167.1	1662.72	1782.34	28062.3	33831	
SLE_qp_gr1_Treno_44	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67	
SLE_qp_gr1+vento_48	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91	
SLE_qp_gr1+vento_48	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91	
SLE_qp_gr1+vento_48	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91	
SLE_qp_gr1+vento_48	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91	
E_103x_SLD_q=1_69	32944.6	5143.28	1525.13	75543.8	20544.9	
E_103y_SLD_q=1_70	32944.6	1544.77	4085.2	24486.4	65024.1	
E_103z_SLD_q=1_71	33772.9	1544.77	1525.13	24486.4	20544.9	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	63591.9	1375	425.947	28295.4	8871.98	
SLE_rar_gr3+vento_20	63591.9	2757.63	1302.9	53110.2	28482.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	59206.8	1662.72	1782.34	33050.5	39178	
SLE_rar_gr3+vento_20	63591.9	2757.63	1302.9	53110.2	28482.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	59206.8	1662.72	1782.34	33050.5	39178	
SLE_rar_gr4_centrif_17	59206.8	1650	320.671	32827.8	6491.77	
SLE_rar_vento_gr4_25	59206.8	1662.72	1782.34	33050.5	39178	
SLE_rar_vento_gr4_25	59206.8	1662.72	1782.34	33050.5	39178	
SLE_rar_vento_gr4_25	59206.8	1662.72	1782.34	33050.5	39178	
SLE_rar_vento_gr4_25	59206.8	1662.72	1782.34	33050.5	39178	
SLE_qp_gr1_Treno_44	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56	
SLE_qp_gr1+vento_48	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8	
SLE_qp_gr1+vento_48	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8	
SLE_qp_gr1+vento_48	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8	
SLE_qp_gr1+vento_48	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8	
E_103x_SLD_q=1_69	53076.1	6265.6	1861.83	94340.6	26130.4	
E_103y_SLD_q=1_70	53076.1	2667.08	4421.9	32487.6	78289.8	
E_103z_SLD_q=1_71	54118.6	2667.08	1861.83	32487.6	26130.4	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		31037.4	1375	334.733	9342.99	2565	
SLE_rar_gr3+vento_91		31037.4	2757.63	1211.69	9961.74	6828.95	
SLE_rar_vento_gr4_96		28172.7	1662.72	1727.61	7018.89	8675.35	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		31037.4	2750	334.688	9961.74	2564.71	
SLE_rar_vento_gr1_93		29605.1	1112.72	1701.95	7995.32	9146.68	
SLE_rar_gr4_centrif_88		28172.7	1650	265.942	7018.89	1568.29	
SLE_rar_vento_gr4_96		28172.7	1662.72	1727.61	7018.89	8675.35	
SLE_rar_vento_gr4_96		28172.7	1662.72	1727.61	7018.89	8675.35	
SLE_rar_gr4_centrif_88		28172.7	1650	265.942	7018.89	1568.29	
SLE_rar_vento_gr4_96		28172.7	1662.72	1727.61	7018.89	8675.35	
SLE_qp_gr1_Treno_115		23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335	
SLE_qp_gr1+vento_119		23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45	
SLE_qp_gr1+vento_119		23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45	
SLE_qp_gr1_Treno_115		23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335	
SLE_qp_gr1+vento_119		23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45	
E_103x_SLD_q=1_140		24245.2	5307.28	1471.42	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		24245.2	1593.97	3906.16	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		25108	1593.97	1471.42	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	39751.5	1375	425.947	24170.4	7594.13	
SLE_rar_gr3+vento_91	39751.5	2757.63	1211.69	49947.4	24398.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	36886.8	1662.72	1727.61	31128.4	33725.7	
SLE_rar_gr3+vento_91	39751.5	2757.63	1211.69	49947.4	24398.4	
SLE_rar_vento_gr1_93	38319.2	1112.72	1701.95	24129.8	33824.9	
SLE_rar_gr4_centrif_88	36886.8	1650	265.942	30943.9	5424.46	
SLE_rar_vento_gr4_96	36886.8	1662.72	1727.61	31128.4	33725.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	36886.8	1662.72	1727.61	31128.4	33725.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	36886.8	1662.72	1727.61	31128.4	33725.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	36886.8	1662.72	1727.61	31128.4	33725.7	
SLE_qp_gr1_Treno_115	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67	
SLE_qp_gr1+vento_119	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91	
SLE_qp_gr1+vento_119	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91	
SLE_qp_gr1+vento_119	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91	
SLE_qp_gr1+vento_119	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91	
E_103x_SLD_q=1_140	32959.3	5307.28	1471.42	82255	20708.9	
E_103y_SLD_q=1_141	32959.3	1593.97	3906.16	26499.7	65570.7	
E_103z_SLD_q=1_142	33822.1	1593.97	1471.42	26499.7	20708.9	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	59791.3	1375	425.947	28295.4	8871.98	
SLE_rar_gr3+vento_91	59791.3	2757.63	1211.69	58220.3	28033.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	56926.5	1662.72	1727.61	36116.5	38908.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	59791.3	2757.63	1211.69	58220.3	28033.5	
SLE_rar_vento_gr1_93	58358.9	1112.72	1701.95	27468	38930.8	
SLE_rar_gr4_centrif_88	56926.5	1650	265.942	35893.9	6222.28	
SLE_rar_vento_gr4_96	56926.5	1662.72	1727.61	36116.5	38908.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	56926.5	1662.72	1727.61	36116.5	38908.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	56926.5	1662.72	1727.61	36116.5	38908.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	56926.5	1662.72	1727.61	36116.5	38908.5	
SLE_qp_gr1_Treno_115	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56	
SLE_qp_gr1+vento_119	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8	
SLE_qp_gr1+vento_119	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8	
SLE_qp_gr1+vento_119	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8	
SLE_qp_gr1+vento_119	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8	
E_103x_SLD_q=1_140	53090.9	6429.6	1808.12	101544	26133.3	
E_103y_SLD_q=1_141	53090.9	2716.28	4242.85	34648.6	78299.2	
E_103z_SLD_q=1_142	54167.8	2716.28	1808.12	34648.6	26133.3	

Configurazione3

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	29389.1	1375	295.173	4014.28	11712	
SLE_rar_gr3+vento_162	29389.1	2757.63	1172.13	4633.03	15975.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	27183.7	1662.72	1703.87	3821.66	14163.5	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	29389.1	2750	295.128	4633.03	11711.7	
SLE_rar_vento_gr1_164	28286.4	1112.72	1676.63	3732.35	16467.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	27183.7	1650	242.206	3821.66	7056.48	
SLE_rar_vento_gr4_167	27183.7	1662.72	1703.87	3821.66	14163.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	27183.7	1662.72	1703.87	3821.66	14163.5	
SLE_rar_gr4_centrif_159	27183.7	1650	242.206	3821.66	7056.48	
SLE_rar_vento_gr4_167	27183.7	1662.72	1703.87	3821.66	14163.5	
SLE_qp_gr1_Treno_186	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335	
SLE_qp_gr1+vento_190	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45	
SLE_qp_gr1+vento_190	23875.5	2.54461	427.963	2604.6	1482.45	
SLE_qp_gr1_Treno_186	23875.5	0	135.63	2604.6	61.0335	
SLE_qp_gr1+vento_190	23875.5	2.54461	427.963	427.963	1482.45	
E_103x_SLD_q=1_211	24245.2	5307.28	1471.42	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	24245.2	1593.97	3906.16	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	25108	1593.97	1471.42	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	38103.2	1375	295.173	23951.8	15992	
SLE_rar_gr3+vento_162	38103.2	2757.63	1172.13	44618.7	32971.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	35897.8	1662.72	1703.87	27931.1	38869.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	38103.2	2757.63	1172.13	44618.7	32971.8	
SLE_rar_vento_gr1_164	37000.5	1112.72	1676.63	19866.8	40778.3	
SLE_rar_gr4_centrif_159	35897.8	1650	242.206	27746.7	10568.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	35897.8	1662.72	1703.87	27931.1	38869.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	35897.8	1662.72	1703.87	27931.1	38869.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	35897.8	1662.72	1703.87	27931.1	38869.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	35897.8	1662.72	1703.87	27931.1	38869.7	
SLE_qp_gr1_Treno_186	32589.6	0	135.63	2604.6	2027.67	
SLE_qp_gr1+vento_190	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91	
SLE_qp_gr1+vento_190	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91	
SLE_qp_gr1+vento_190	32589.6	2.54461	427.963	2641.5	7687.91	
SLE_qp_gr1+vento_190	32589.6	2.54461	427.963	427.963	7687.91	
E_103x_SLD_q=1_211	32959.3	5307.28	1471.42	82255	20708.9	
E_103y_SLD_q=1_212	32959.3	1593.97	3906.16	26499.7	65570.7	
E_103z_SLD_q=1_213	33822.1	1593.97	1471.42	26499.7	20708.9	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	58143	1375	295.173	28076.8	16877.5	
SLE_rar_gr3+vento_162	58143	2757.63	1172.13	52891.6	36488.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	55937.5	1662.72	1703.87	32919.3	43981.3	
SLE_rar_gr3+vento_162	58143	2757.63	1172.13	52891.6	36488.1	
SLE_rar_vento_gr1_164	57040.2	1112.72	1676.63	23205	45808.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	55937.5	1650	242.206	32696.7	11295.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	55937.5	1662.72	1703.87	32919.3	43981.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	55937.5	1662.72	1703.87	32919.3	43981.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	55937.5	1662.72	1703.87	32919.3	43981.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	55937.5	1662.72	1703.87	32919.3	43981.3	
SLE_qp_gr1_Treno_186	52629.3	0	135.63	2604.6	2434.56	
SLE_qp_gr1+vento_190	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8	
SLE_qp_gr1+vento_190	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8	
SLE_qp_gr1+vento_190	52629.3	2.54461	427.963	2649.13	8971.8	
SLE_qp_gr1+vento_190	52629.3	2.54461	427.963	427.963	8971.8	
E_103x_SLD_q=1_211	53090.9	6429.6	1808.12	101544	26133.3	
E_103y_SLD_q=1_212	53090.9	2716.28	4242.85	34648.6	78299.2	
E_103z_SLD_q=1_213	54167.8	2716.28	1808.12	34648.6	26133.3	

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	49803.2	1993.75	816.509	6059.99	2145.46	
A1_SLU_gr3+vento_7	49803.2	3998.95	2131.94	6957.17	8541.4	
A1_SLU_vento_gr4_12	43444.9	2411.58	2780.06	5653.9	11991.8	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	49803.2	3987.5	816.443	6957.17	2145.05	
A1_SLU_vento_gr1_9	46624	1614.08	2754.15	5587.79	12335.8	
E_103x_SLV_q=1.5_60	24977.9	9014.08	2555.3	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_61	24977.9	2706.01	7519.1	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_62	27550.1	2706.01	2555.3	0	0	
E_103x_SLV_q=1_66	24977.9	13501.5	3613.55	0	0	
E_103y_SLV_q=1_67	24977.9	4052.24	11046.6	0	0	
E_103z_SLV_q=1_68	27550.1	4052.24	3613.55	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	61567.2	1993.75	816.509	34969.4	13984.8	
A1_SLU_gr3+vento_7	61567.2	3998.95	2131.94	64942	39454.6	
A1_SLU_vento_gr4_12	55208.9	2411.58	2780.06	40621.9	52302.6	
A1_SLU_gr3+vento_7	61567.2	3998.95	2131.94	64942	39454.6	
A1_SLU_vento_gr4_12	55208.9	2411.58	2780.06	40621.9	52302.6	
E_103x_SLV_q=1.5_60	33692	9014.08	2555.3	130514	38517.9	
E_103y_SLV_q=1.5_61	33692	2706.01	7519.1	40977.3	124934	
E_103z_SLV_q=1.5_62	36264.2	2706.01	2555.3	40977.3	38517.9	
E_103x_SLV_q=1_66	33692	13501.5	3613.55	194232	56957.5	
E_103y_SLV_q=1_67	33692	4052.24	11046.6	60093	186399	
E_103z_SLV_q=1_68	36264.2	4052.24	3613.55	60093	56957.5	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	88620.8	1993.75	816.509	40950.6	16434.4	
A1_SLU_gr3+vento_7	88620.8	3998.95	2131.94	76938.8	45850.4	
A1_SLU_vento_gr4_12	82262.6	2411.58	2780.06	47856.6	60642.8	
A1_SLU_gr3+vento_7	88620.8	3998.95	2131.94	76938.8	45850.4	
A1_SLU_vento_gr4_12	82262.6	2411.58	2780.06	47856.6	60642.8	
E_103x_SLV_q=1.36_63	54001.1	12215.6	3458.14	179951	52595.8	
E_103y_SLV_q=1.36_64	54001.1	5276.7	8918.32	60644.7	164034	
E_103z_SLV_q=1.36_65	57201.8	5276.7	3458.14	60644.7	52595.8	
E_103x_SLV_q=1_66	54001.1	15801.9	4303.66	241638	69868.5	
E_103y_SLV_q=1_67	54001.1	6352.59	11736.7	79150.7	221609	
E_103z_SLV_q=1_68	57201.8	6352.59	4303.66	79150.7	69868.5	


Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		44292.3	1993.75	618.119	13469.7	3778.98
A1_SLU_gr3+vento_78		44292.3	3998.95	1933.55	14366.9	10174.9
A1_SLU_vento_gr4_83		40138.4	2411.58	2661.02	10099.7	12971.9
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		44292.3	3987.5	618.053	14366.9	3778.58
A1_SLU_vento_gr1_80		42215.4	1614.08	2627.18	11515.5	13656.9
E_103x_SLV_q=1.5_131		24977.9	9014.08	2555.3	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		24977.9	2706.01	7519.1	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		27550.1	2706.01	2555.3	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		24977.9	13501.5	3613.55	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		24977.9	4052.24	11046.6	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		27550.1	4052.24	3613.55	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		56056.4	1993.75	618.119	42379	12741.7
A1_SLU_gr3+vento_78		56056.4	3998.95	1933.55	72351.6	38211.4
A1_SLU_vento_gr4_83		51902.4	2411.58	2661.02	45067.7	51556.7
A1_SLU_gr3+vento_78		56056.4	3998.95	1933.55	72351.6	38211.4
A1_SLU_vento_gr1_80		53979.4	1614.08	2627.18	34919.8	51750.9
E_103x_SLV_q=1.5_131		33692	9014.08	2555.3	130514	38517.9
E_103y_SLV_q=1.5_132		33692	2706.01	7519.1	40977.3	124934
E_103z_SLV_q=1.5_133		36264.2	2706.01	2555.3	40977.3	38517.9
E_103x_SLV_q=1_137		33692	13501.5	3613.55	194232	56957.5
E_103y_SLV_q=1_138		33692	4052.24	11046.6	60093	186399
E_103z_SLV_q=1_139		36264.2	4052.24	3613.55	60093	56957.5
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		83110	1993.75	618.119	48360.3	14596.1
A1_SLU_gr3+vento_78		83110	3998.95	1933.55	84348.5	44012.1
A1_SLU_vento_gr4_83		78956.1	2411.58	2661.02	52302.4	59539.8
A1_SLU_gr3+vento_78		83110	3998.95	1933.55	84348.5	44012.1
A1_SLU_vento_gr1_80		81033	1614.08	2627.18	39762	59632.4
E_103x_SLV_q=1.36_134		54001.1	12215.6	3458.14	179951	52595.8
E_103y_SLV_q=1.36_135		54001.1	5276.7	8918.32	60644.7	164034
E_103z_SLV_q=1.36_136		57201.8	5276.7	3458.14	60644.7	52595.8
E_103x_SLV_q=1_137		54001.1	15801.9	4303.66	241638	69868.5
E_103y_SLV_q=1_138		54001.1	6352.59	11736.7	79150.7	221609
E_103z_SLV_q=1_139		57201.8	6352.59	4303.66	79150.7	69868.5

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	41902.3	1993.75	532.076	5743.04	17029.2	
A1_SLU_gr3+vento_149	41902.3	3998.95	1847.51	6640.23	23425.1	
A1_SLU_vento_gr4_154	38704.4	2411.58	2609.4	5463.74	20922	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	41902.3	3987.5	532.011	6640.23	17028.8	
A1_SLU_vento_gr1_151	40303.3	1614.08	2572.11	5334.23	24263.2	
E_103x_SLV_q=1.5_202	24977.9	9014.08	2555.3	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	24977.9	2706.01	7519.1	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	27550.1	2706.01	2555.3	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	24977.9	13501.5	3613.55	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	24977.9	4052.24	11046.6	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	27550.1	4052.24	3613.55	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	53666.3	1993.75	532.076	34652.4	24744.3	
A1_SLU_gr3+vento_149	53666.3	3998.95	1847.51	64625	50214	
A1_SLU_vento_gr4_154	50468.4	2411.58	2609.4	40431.7	58758.3	
A1_SLU_gr3+vento_149	53666.3	3998.95	1847.51	64625	50214	
A1_SLU_vento_gr1_151	52067.3	1614.08	2572.11	28738.5	61558.8	
E_103x_SLV_q=1.5_202	33692	9014.08	2555.3	130514	38517.9	
E_103y_SLV_q=1.5_203	33692	2706.01	7519.1	40977.3	124934	
E_103z_SLV_q=1.5_204	36264.2	2706.01	2555.3	40977.3	38517.9	
E_103x_SLV_q=1_208	33692	13501.5	3613.55	194232	56957.5	
E_103y_SLV_q=1_209	33692	4052.24	11046.6	60093	186399	
E_103z_SLV_q=1_210	36264.2	4052.24	3613.55	60093	56957.5	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	80719.9	1993.75	532.076	40633.7	26340.5	
A1_SLU_gr3+vento_149	80719.9	3998.95	1847.51	76621.9	55756.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	77522	2411.58	2609.4	47666.5	66586.5	
A1_SLU_gr3+vento_149	80719.9	3998.95	1847.51	76621.9	55756.5	
A1_SLU_vento_gr1_151	79121	1614.08	2572.11	33580.7	69275.1	
E_103x_SLV_q=1.36_205	54001.1	12215.6	3458.14	179951	52595.8	
E_103y_SLV_q=1.36_206	54001.1	5276.7	8918.32	60644.7	164034	
E_103z_SLV_q=1.36_207	57201.8	5276.7	3458.14	60644.7	52595.8	
E_103x_SLV_q=1_208	54001.1	15801.9	4303.66	241638	69868.5	
E_103y_SLV_q=1_209	54001.1	6352.59	11736.7	79150.7	221609	
E_103z_SLV_q=1_210	57201.8	6352.59	4303.66	79150.7	69868.5	



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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	204 $\Phi$ 30 interasse 20 cm*	$\Phi$ 14/10	8.7 cm
plinto	Trasv: 6.5 strati $\Phi$ 30/10 Long 6.5 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	60 $\Phi$ 30 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/15	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.


## 8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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.

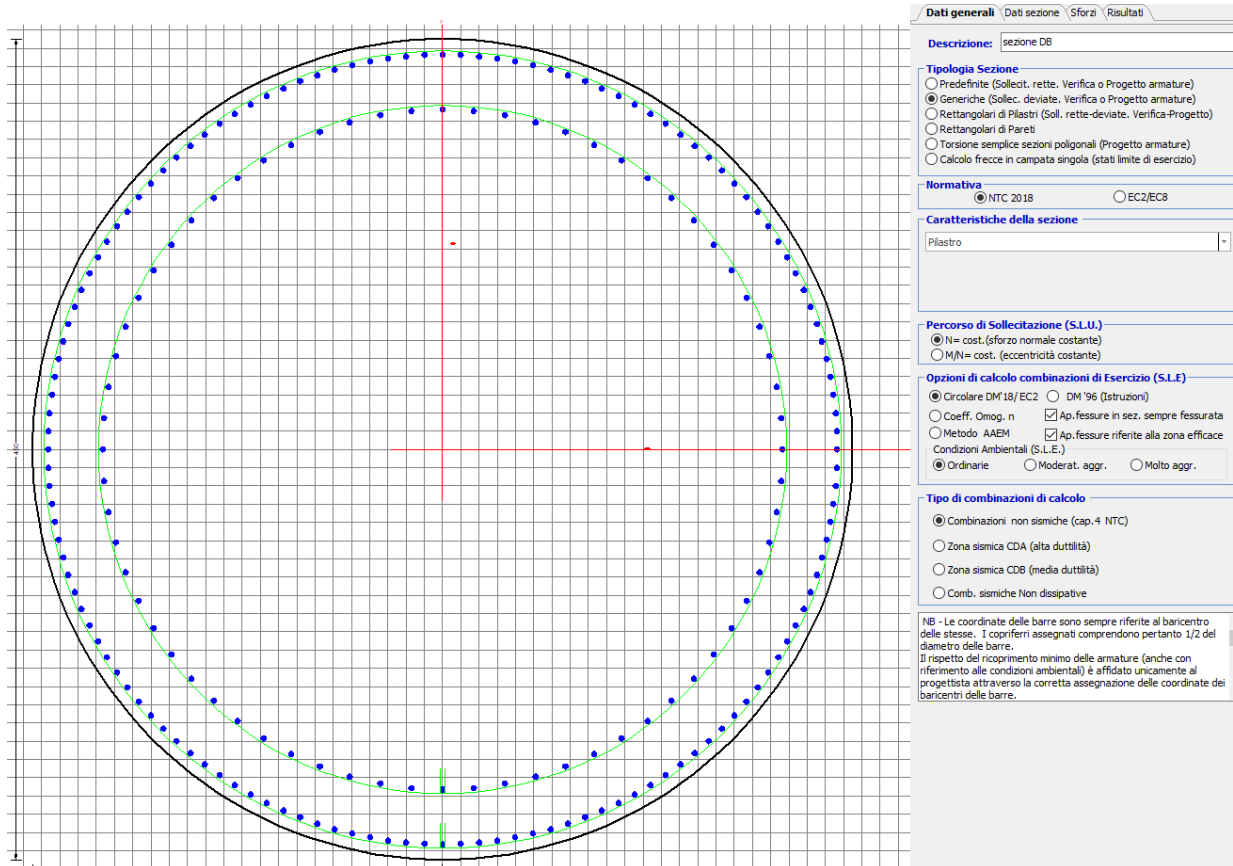


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 204 di diametro  $\Phi 30$  che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno ed interno della sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

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

Descrizione Sezione:	sezione DB
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 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.:	225.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	216.5	136	30
2	0.0	0.0	186.5	68	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	48134.54	39856.60	12398.79	0.00	0.00
2	48134.54	66398.55	21355.92	0.00	0.00
3	42638.31	43467.85	23267.98	0.00	0.00
4	48134.54	66398.55	21355.92	0.00	0.00
5	45386.42	33841.04	23800.67	0.00	0.00
6	25455.12	100796.75	27482.84	0.00	0.00
7	25455.12	34511.43	90306.51	0.00	0.00
8	27317.47	34511.43	27482.84	0.00	0.00
9	44556.89	43811.77	9863.27	0.00	0.00
10	44556.89	70353.72	18820.40	0.00	0.00
11	40491.71	45840.95	21746.66	0.00	0.00
12	44556.89	70353.72	18820.40	0.00	0.00
13	42524.30	37005.17	22045.30	0.00	0.00
14	25455.12	100796.75	27482.84	0.00	0.00
15	25455.12	34511.43	90306.51	0.00	0.00
16	27317.47	34511.43	27482.84	0.00	0.00
17	41819.84	38217.03	21384.62	0.00	0.00
18	41819.84	64758.98	30341.74	0.00	0.00
19	38849.48	42484.11	28659.47	0.00	0.00
20	41819.84	64758.98	30341.74	0.00	0.00
21	40334.66	32529.38	31471.27	0.00	0.00
22	25455.12	100796.75	27482.84	0.00	0.00
23	25455.12	34511.43	90306.51	0.00	0.00
24	27317.47	34511.43	27482.84	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	34133.24	27563.79	6992.53
2	34133.24	45865.72	12963.92
3	30342.73	30049.53	14747.99
4	34133.24	45865.72	12963.92
5	32237.98	23410.35	15065.42
6	31665.89	27563.79	6992.53
7	31665.89	48593.42	11607.60
8	28862.32	31686.15	13934.19
9	31665.89	48593.42	11607.60
10	30264.11	25592.51	14105.90
11	29778.27	26433.05	13882.09
12	29778.27	44734.98	19853.48
13	27729.75	29371.08	18881.72
14	29778.27	44734.98	19853.48
15	28754.01	22505.76	20798.65
16	24914.00	71660.02	17547.59
17	24914.00	25770.41	57189.01
18	25513.74	25770.41	17547.59
19	24932.46	82072.34	17043.68
20	24932.46	28894.11	55509.29
21	25575.29	28894.11	17043.68
22	24932.46	82072.34	17043.68
23	24932.46	28894.11	55509.29

24

25575.29

28894.11

17043.68

**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	30342.73	29910.90 (83620.69)	4794.44 (13403.62)
2	30342.73	30049.53 (66182.84)	14747.99 (32481.84)
3	30342.73	30049.53 (66182.84)	14747.99 (32481.84)
4	30342.73	30049.53 (66182.84)	14747.99 (32481.84)
5	30342.73	30049.53 (66182.84)	14747.99 (32481.84)
6	28862.32	31547.52 (73265.42)	3980.64 (9244.57)
7	28862.32	31686.15 (61417.62)	13934.19 (27008.80)
8	28862.32	31686.15 (61417.62)	13934.19 (27008.80)
9	28862.32	31686.15 (61417.62)	13934.19 (27008.80)
10	28862.32	31686.15 (61417.62)	13934.19 (27008.80)
11	27729.75	29232.46 (70581.28)	8928.17 (21556.92)
12	27729.75	29371.08 (53797.26)	18881.72 (34584.52)
13	27729.75	29371.08 (53797.26)	18881.72 (34584.52)
14	27729.75	29371.08 (53797.26)	18881.72 (34584.52)
15	27729.75	29371.08 (53797.26)	18881.72 (34584.52)

**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	24656.96	6103.44 (0.00)	1247.75 (0.00)
2	24656.96	6131.17 (0.00)	3238.46 (0.00)
3	24656.96	6131.17 (0.00)	3238.46 (0.00)
4	24656.96	6131.17 (0.00)	3238.46 (0.00)
5	24656.96	6131.17 (0.00)	3238.46 (0.00)
6	24656.96	6103.44 (0.00)	1247.75 (0.00)
7	24656.96	6131.17 (0.00)	3238.46 (0.00)
8	24656.96	6131.17 (0.00)	3238.46 (0.00)
9	24656.96	6131.17 (0.00)	3238.46 (0.00)
10	24656.96	6131.17 (0.00)	3238.46 (0.00)
11	24656.96	6103.44 (0.00)	1247.75 (0.00)
12	24656.96	6131.17 (0.00)	3238.46 (0.00)
13	24656.96	6131.17 (0.00)	3238.46 (0.00)
14	24656.96	6131.17 (0.00)	3238.46 (0.00)
15	24656.96	209.38 (0.00)	3238.46 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 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 X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
MY	Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
MX Res	Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
MY Res	Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	48134.54	39856.60	12398.79	48134.80	153437.50(153437.50)	47741.47(47741.47)	3.851442.0(477.1)	
2	S	48134.54	66398.55	21355.92	48134.38	152973.36(152973.36)	49219.20(49219.20)	2.301442.0(477.1)	
3	S	42638.31	43467.85	23267.98	42638.49	137077.70(137077.70)	73366.84(73366.84)	3.151442.0(477.1)	
4	S	48134.54	66398.55	21355.92	48134.38	152973.36(152973.36)	49219.20(49219.20)	2.301442.0(477.1)	
5	S	45386.42	33841.04	23800.67	45386.68	129336.69(129336.69)	90966.30(90966.30)	3.821442.0(477.1)	
6	S	25455.12	100796.75	27482.84	25455.26	132090.36(132090.36)	36022.09(36022.09)	1.311442.0(477.1)	
7	S	25455.12	34511.43	90306.51	25455.09	48878.63(48878.63)	127895.37(127895.37)	1.421442.0(477.1)	
8	S	27317.47	34511.43	27482.84	27317.61	108813.48(108813.48)	86641.17(86641.17)	3.151442.0(477.1)	
9	S	44556.89	43811.77	9863.27	44556.86	153490.22(153490.22)	34554.68(34554.68)	3.501442.0(477.1)	
10	S	44556.89	70353.72	18820.40	44556.67	151989.05(151989.05)	40657.93(40657.93)	2.161442.0(477.1)	
11	S	40491.71	45840.95	21746.66	40491.80	138538.11(138538.11)	65722.73(65722.73)	3.021442.0(477.1)	
12	S	44556.89	70353.72	18820.40	44556.67	151989.05(151989.05)	40657.93(40657.93)	2.161442.0(477.1)	
13	S	42524.30	37005.17	22045.30	42524.43	133468.88(133468.88)	79522.71(79522.71)	3.611442.0(477.1)	
14	S	25455.12	100796.75	27482.84	25455.26	132090.36(132090.36)	36022.09(36022.09)	1.311442.0(477.1)	
15	S	25455.12	34511.43	90306.51	25455.09	48878.63(48878.63)	127895.37(127895.37)	1.421442.0(477.1)	
16	S	27317.47	34511.43	27482.84	27317.61	108813.48(108813.48)	86641.17(86641.17)	3.151442.0(477.1)	
17	S	41819.84	38217.03	21384.62	41819.98	134972.17(134972.17)	75527.87(75527.87)	3.531442.0(477.1)	
18	S	41819.84	64758.98	30341.74	41819.95	140055.23(140055.23)	65631.92(65631.92)	2.161442.0(477.1)	
19	S	38849.48	42484.11	28659.47	38849.20	125731.68(125731.68)	84834.18(84834.18)	2.961442.0(477.1)	
20	S	41819.84	64758.98	30341.74	41819.95	140055.23(140055.23)	65631.92(65631.92)	2.161442.0(477.1)	
21	S	40334.66	32529.38	31471.27	40334.37	110092.46(110092.46)	106511.14(106511.14)	3.381442.0(477.1)	
22	S	25455.12	100796.75	27482.84	25455.26	132090.36(132090.36)	36022.09(36022.09)	1.311442.0(477.1)	
23	S	25455.12	34511.43	90306.51	25455.09	48878.63(48878.63)	127895.37(127895.37)	1.421442.0(477.1)	
24	S	27317.47	34511.43	27482.84	27317.61	108813.48(108813.48)	86641.17(86641.17)	3.151442.0(477.1)	

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	66.8	220.4	0.00330	68.8	205.3	-0.00690	-68.8	-205.3
2	0.00350	68.9	199.0	0.00330	68.8	205.3	-0.00690	-68.8	-205.3
3	0.00350	106.2	199.0	0.00329	105.3	189.1	-0.00742	-105.3	-189.1
4	0.00350	68.9	199.0	0.00330	68.8	205.3	-0.00690	-68.8	-205.3
5	0.00350	129.4	199.0	0.00329	122.4	178.6	-0.00715	-122.4	-178.6
6	0.00350	59.2	220.4	0.00325	59.2	208.2	-0.00949	-59.2	-208.2
7	0.00350	210.2	199.0	0.00325	201.9	78.2	-0.00949	-201.9	-78.2
8	0.00350	140.2	199.0	0.00325	138.3	166.6	-0.00922	-138.3	-166.6
9	0.00350	49.4	199.0	0.00329	49.6	210.7	-0.00723	-49.6	-210.7
10	0.00350	58.1	199.0	0.00329	59.2	208.2	-0.00723	-59.2	-208.2
11	0.00350	96.4	220.4	0.00328	96.5	193.8	-0.00764	-96.5	-193.8
12	0.00350	58.1	199.0	0.00329	59.2	208.2	-0.00723	-59.2	-208.2
13	0.00350	115.2	199.0	0.00329	114.0	184.1	-0.00743	-114.0	-184.1
14	0.00350	59.2	199.0	0.00325	59.2	208.2	-0.00949	-59.2	-208.2
15	0.00350	210.2	14.5	0.00325	201.9	78.2	-0.00949	-201.9	-78.2
16	0.00350	140.2	218.5	0.00325	138.3	166.6	-0.00922	-138.3	-166.6
17	0.00350	109.9	92.4	0.00329	105.3	189.1	-0.00750	-105.3	-189.1
18	0.00350	95.5	186.0	0.00329	87.4	198.1	-0.00750	-87.4	-198.1
19	0.00350	125.8	220.3	0.00328	122.4	178.6	-0.00781	-122.4	-178.6
20	0.00350	95.5	103.9	0.00329	87.4	198.1	-0.00750	-87.4	-198.1
21	0.00350	156.4	193.8	0.00328	153.1	153.1	-0.00765	-153.1	-153.1
22	0.00350	59.2	220.3	0.00325	59.2	208.2	-0.00949	-59.2	-208.2
23	0.00350	210.2	103.9	0.00325	201.9	78.2	-0.00949	-201.9	-78.2
24	0.00350	140.2	193.8	0.00325	138.3	166.6	-0.00922	-138.3	-166.6

**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	0.000006995	0.000022487	-0.001798647	----	----
2	0.000007210	0.000022418	-0.001798513	----	----
3	0.000011671	0.000021803	-0.002064248	----	----
4	0.000007210	0.000022418	-0.001798513	----	----
5	0.000013879	0.000019734	-0.001928232	----	----
6	0.000007738	0.000028381	-0.003118924	----	----
7	0.000027479	0.000010501	-0.003118864	----	----
8	0.000017951	0.000022542	-0.002983794	----	----
9	0.000005338	0.000023712	-0.001968698	----	----
10	0.000006281	0.000023478	-0.001968390	----	----
11	0.000010813	0.000022793	-0.002176253	----	----
12	0.000006281	0.000023478	-0.001968390	----	----



13	0.000012670	0.000021268	-0.002069975	----	----
14	0.000007738	0.000028381	-0.003118924	----	----
15	0.000027479	0.000010501	-0.003118864	----	----
16	0.000017951	0.000022542	-0.002983794	----	----
17	0.000012167	0.000021745	-0.002106437	----	----
18	0.000010572	0.000022563	-0.002106273	----	----
19	0.000014328	0.000021240	-0.002264635	----	----
20	0.000010572	0.000022563	-0.002106273	----	----
21	0.000017567	0.000018158	-0.002184504	----	----
22	0.000007738	0.000028381	-0.003118924	----	----
23	0.000027479	0.000010501	-0.003118864	----	----
24	0.000017951	0.000022542	-0.002983794	----	----

**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	4.53	55.3	0.0	-10.7	-49.6	-210.7	3019	113.1
2	S	7.12	61.2	0.0	-65.0	-59.2	-208.2	12145	289.8
3	S	5.03	99.1	0.0	-28.3	-96.5	-193.8	7641	212.1
4	S	7.12	61.2	0.0	-65.0	-59.2	-208.2	12145	289.8
5	S	4.39	121.8	0.0	-11.9	-114.0	-184.1	3539	120.2
6	S	4.44	55.3	0.0	-13.9	-49.6	-210.7	4146	127.2
7	S	7.52	52.3	0.0	-83.4	-49.6	-210.7	13893	311.0
8	S	5.17	90.6	0.0	-35.2	-87.4	-198.1	9294	247.4
9	S	7.52	52.3	0.0	-83.4	-49.6	-210.7	13893	311.0
10	S	4.48	108.6	0.0	-17.7	-105.3	-189.1	5133	148.4
11	S	4.55	104.6	0.0	-20.0	-96.5	-193.8	5536	155.5
12	S	7.39	91.3	0.0	-86.9	-87.4	-198.1	14347	318.1
13	S	5.21	121.7	0.0	-39.2	-114.0	-184.1	10149	254.5
14	S	7.39	91.3	0.0	-86.9	-87.4	-198.1	14347	318.1
15	S	4.63	152.7	0.0	-23.9	-145.9	-160.0	6877	190.9
16	S	11.65	53.5	0.0	-240.5	-49.6	-210.7	18235	381.7
17	S	9.81	205.1	0.0	-180.9	-198.1	-87.4	17533	374.6
18	S	4.66	126.6	0.0	-33.0	-122.4	-178.6	9632	247.4
19	S	13.31	45.7	0.0	-295.7	-39.8	-212.8	18674	395.8
20	S	9.78	199.6	0.0	-179.9	-193.8	-96.5	17501	374.6
21	S	5.01	114.3	0.0	-40.8	-114.0	-184.1	10948	261.5
22	S	13.31	45.7	0.0	-295.7	-39.8	-212.8	18674	395.8
23	S	9.78	199.6	0.0	-179.9	-193.8	-96.5	17501	374.6
24	S	5.01	114.3	0.0	-40.8	-114.0	-184.1	10948	261.5

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
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	-0.00006	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	465	0.015 (990.00)	119037.47	30198.06
2	S	-0.00034	0	0.833	30.0	70	0.00019 (0.00019)	594	0.116 (990.00)	56355.43	15928.83
3	S	-0.00015	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	544	0.046 (990.00)	66182.84	32481.84
4	S	-0.00034	0	0.833	30.0	70	0.00019 (0.00019)	594	0.116 (990.00)	56355.43	15928.83
5	S	-0.00007	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	488	0.017 (990.00)	94239.47	60646.56
6	S	-0.00008	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	515	0.021 (990.00)	99480.60	25236.77
7	S	-0.00044	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	618	0.155 (990.00)	52308.04	12494.92
8	S	-0.00019	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	557	0.059 (990.00)	61417.62	27008.80
9	S	-0.00044	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	618	0.155 (990.00)	52308.04	12494.92
10	S	-0.00010	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	532	0.028 (990.00)	78328.67	43172.65
11	S	-0.00011	0	0.833	30.0	70	0.00006 (0.00006)	541	0.032 (990.00)	74479.58	39115.13
12	S	-0.00045	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	621	0.162 (990.00)	47948.49	21279.64
13	S	-0.00021	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	577	0.068 (990.00)	53797.26	34584.52
14	S	-0.00045	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	621	0.162 (990.00)	47948.49	21279.64
15	S	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	544	0.039 (990.00)	56594.46	52301.65
16	S	-0.00124	0	0.833	30.0	70	0.00072 (0.00072)	644	0.465 (990.00)	40373.79	9886.44
17	S	-0.00094	0	0.833	30.0	70	0.00054 (0.00054)	636	0.345 (990.00)	17893.25	39708.24
18	S	-0.00017	0	0.833	30.0	70	0.00010 (0.00010)	569	0.056 (990.00)	54415.46	37052.58
19	S	-0.00153	0	0.833	30.0	70	0.00089 (0.00089)	639	0.567 (990.00)	39479.64	8198.60
20	S	-0.00093	0	0.833	30.0	70	0.00054 (0.00054)	635	0.343 (990.00)	20129.56	38671.46
21	S	-0.00021	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	594	0.073 (990.00)	53094.64	31318.77
22	S	-0.00153	0	0.833	30.0	70	0.00089 (0.00089)	639	0.567 (990.00)	39479.64	8198.60
23	S	-0.00093	0	0.833	30.0	70	0.00054 (0.00054)	635	0.343 (990.00)	20129.56	38671.46
24	S	-0.00021	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	594	0.073 (990.00)	53094.64	31318.77

**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	4.62	35.6	0.0	-20.1	-29.9	-214.4	5491	155.5
2	S	5.03	99.1	0.0	-28.3	-96.5	-193.8	7641	212.1
3	S	5.03	99.1	0.0	-28.3	-96.5	-193.8	7641	212.1
4	S	5.03	99.1	0.0	-28.3	-96.5	-193.8	7641	212.1
5	S	5.03	99.1	0.0	-28.3	-96.5	-193.8	7641	212.1
6	S	4.78	28.2	0.0	-26.8	-29.9	-214.4	7502	205.0
7	S	5.17	90.6	0.0	-35.2	-87.4	-198.1	9294	247.4
8	S	5.17	90.6	0.0	-35.2	-87.4	-198.1	9294	247.4
9	S	5.17	90.6	0.0	-35.2	-87.4	-198.1	9294	247.4
10	S	5.17	90.6	0.0	-35.2	-87.4	-198.1	9294	247.4
11	S	4.60	65.7	0.0	-25.8	-59.2	-208.2	7619	205.0
12	S	5.21	121.7	0.0	-39.2	-114.0	-184.1	10149	254.5
13	S	5.21	121.7	0.0	-39.2	-114.0	-184.1	10149	254.5
14	S	5.21	121.7	0.0	-39.2	-114.0	-184.1	10149	254.5
15	S	5.21	121.7	0.0	-39.2	-114.0	-184.1	10149	254.5

**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	-0.00011	0	0.833	30.0	70	0.00006 (0.00006)	538	0.032 (0.20)	83620.69	13403.62
2	S	-0.00015	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	544	0.046 (0.20)	66182.84	32481.84
3	S	-0.00015	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	544	0.046 (0.20)	66182.84	32481.84


4	S	-0.00015	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	544	0.046 (0.20)	66182.84	32481.84
5	S	-0.00015	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	544	0.046 (0.20)	66182.84	32481.84
6	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	549	0.044 (0.20)	73265.42	9244.57
7	S	-0.00019	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	557	0.059 (0.20)	61417.62	27008.80
8	S	-0.00019	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	557	0.059 (0.20)	61417.62	27008.80
9	S	-0.00019	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	557	0.059 (0.20)	61417.62	27008.80
10	S	-0.00019	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	557	0.059 (0.20)	61417.62	27008.80
11	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	554	0.043 (0.20)	70581.28	21556.92
12	S	-0.00021	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	577	0.068 (0.20)	53797.26	34584.52
13	S	-0.00021	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	577	0.068 (0.20)	53797.26	34584.52
14	S	-0.00021	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	577	0.068 (0.20)	53797.26	34584.52
15	S	-0.00021	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	577	0.068 (0.20)	53797.26	34584.52

**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	1.93	45.1	0.0	12.3	-39.8	-212.8	---	---
2	S	1.99	105.1	0.0	11.4	-105.3	-189.1	---	---
3	S	1.99	105.1	0.0	11.4	-105.3	-189.1	---	---
4	S	1.99	105.1	0.0	11.4	-105.3	-189.1	---	---
5	S	1.99	105.1	0.0	11.4	-105.3	-189.1	---	---
6	S	1.93	45.1	0.0	12.3	-39.8	-212.8	---	---
7	S	1.99	105.1	0.0	11.4	-105.3	-189.1	---	---
8	S	1.99	105.1	0.0	11.4	-105.3	-189.1	---	---
9	S	1.99	105.1	0.0	11.4	-105.3	-189.1	---	---
10	S	1.99	105.1	0.0	11.4	-105.3	-189.1	---	---
11	S	1.93	45.1	0.0	12.3	-39.8	-212.8	---	---
12	S	1.99	105.1	0.0	11.4	-105.3	-189.1	---	---
13	S	1.99	105.1	0.0	11.4	-105.3	-189.1	---	---
14	S	1.99	105.1	0.0	11.4	-105.3	-189.1	---	---
15	S	1.66	224.5	0.0	16.2	-216.3	-10.0	---	---


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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	14	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	Asw	6	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	10	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	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	38660	kN
resistenza staffe	Vs	19658	kN
taglio resisitente	Vr	19658	kN
taglio massimo agente	Ved	13977	kN
	Ved/Vrd	0.71	kN
			kN
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	kN
larghezza biella	bw	378.61	kN
inclinazione biella	$\vartheta$	21.80	
<b>resistenza puntoni</b>	Vc	38660	kN
resistenza staffe	Vs	19658	cm
taglio resisitente	Vr	19658	cm
taglio massimo agente	Ved	11766	gradi
resistenza puntoni	Ved/Vrd	0.60	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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

#### 8.4 Verifica minimi di armatura


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

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

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


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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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>204</b>	
diámetro del ferro longitudinale	fi	<b>30</b>	mm
diámetro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	144199	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000	mm <sup>3</sup>
		<b>0.91%</b>	>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.16</b>	g
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.04	
interasse staffe	s	<b>100</b>	mm
diámetro armature trasversale	$\varphi$	<b>14</b>	mm
Area della singola staffa	Asw	1.539	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	Asw	3.08	mm <sup>2</sup>
area totale legature	Asl	17.46	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.1220</b>	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</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:

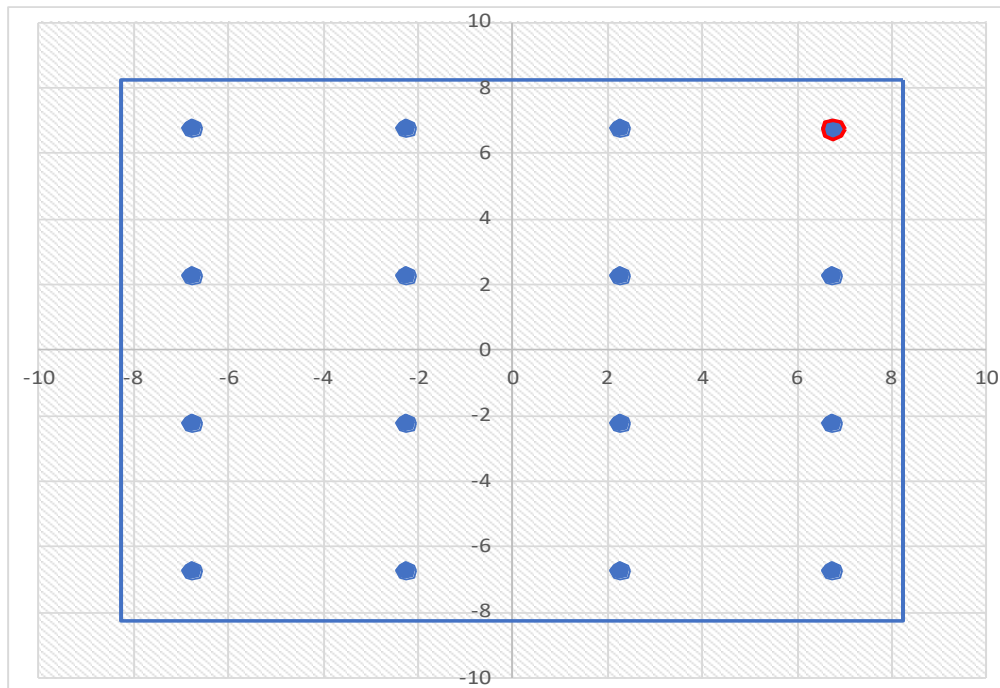
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

<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. 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>16</b>		
diámetro pali	D	<b>1.5</b>	m	
interasse pali	i	<b>4.5</b>	m	
altezza plinto di fondazione	h	<b>3</b>	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	6.75	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	6.75	m	
direzione trasversale	a/h	2.25	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	2.25	<i>Plinto basso</i>	




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



Scarichi q=1.5/1.1 se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	6.75	7075.8	5889.6	6844.7
2	2.25	-6.75	4511.2	4770.2	4033.1
3	6.75	6.75	7585.3	6659.3	7333.7
4	6.75	-6.75	5020.7	5540.0	4522.1
5	-6.75	-6.75	3492.3	3230.8	3055.0
6	-6.75	6.75	6056.9	4350.2	5866.6
7	6.75	2.25	6730.4	6286.2	6396.5
8	-6.75	2.25	5202.1	3977.0	4929.4
9	-2.25	2.25	5711.5	4746.8	5418.5
10	2.25	2.25	6221.0	5516.5	5907.5
11	-2.25	-6.75	4001.8	4000.5	3544.1
12	-2.25	6.75	6566.4	5119.9	6355.7
13	-6.75	-2.25	4347.2	3603.9	3992.2
14	6.75	-2.25	5875.5	5913.1	5459.3
15	2.25	-2.25	5366.1	5143.4	4970.3
16	-2.25	-2.25	4856.6	4373.6	4481.3
taglio combinato in			377.6	253.1	370.2

n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	6.75	5282.4	5925.4	7790.5
2	2.25	-6.75	2644.1	3287.1	-264.1
3	6.75	6.75	6058.8	8387.7	8566.8
4	6.75	-6.75	3420.4	5749.4	512.2
5	-6.75	-6.75	1091.5	-1637.6	-1816.7
6	-6.75	6.75	3729.8	1000.8	6237.9
7	6.75	2.25	5179.3	7508.3	5882.0
8	-6.75	2.25	2850.4	121.3	3553.0
9	-2.25	2.25	3626.7	2583.6	4329.3
10	2.25	2.25	4403.0	5046.0	5105.7
11	-2.25	-6.75	1867.8	824.7	-1040.4
12	-2.25	6.75	4506.1	3463.1	7014.2
13	-6.75	-2.25	1970.9	-758.2	868.2
14	6.75	-2.25	4299.9	6628.8	3197.1
15	2.25	-2.25	3523.5	4166.5	2420.8
16	-2.25	-2.25	2747.2	1704.2	1644.5
taglio combinato in			639.4	1112.1	1364.8

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P9	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

Il plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo trave soggetta a flessione, ricadendo nella categoria di elementi snelli. 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. Tale lunghezza identificata nelle due direzioni ortogonali è stata poi combinata per identificare la larghezza della mensola lungo la congiungente dei baricentri pila-palo.

Con l'ipotesi di posizionamento dell'asse neutro a 0,2 d si è ottenuta la forza di compressione necessaria per il soddisfacimento della sollecitazione esterna, quindi proiettata nelle due direzioni principali si è ottenuta l'armatura flessionale necessaria.

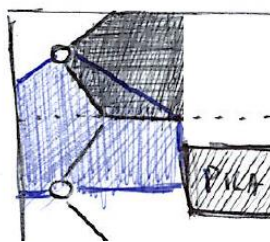



Figura 13 – mensola di riferimento

 <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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

## 9.1 Dimensionamento armature

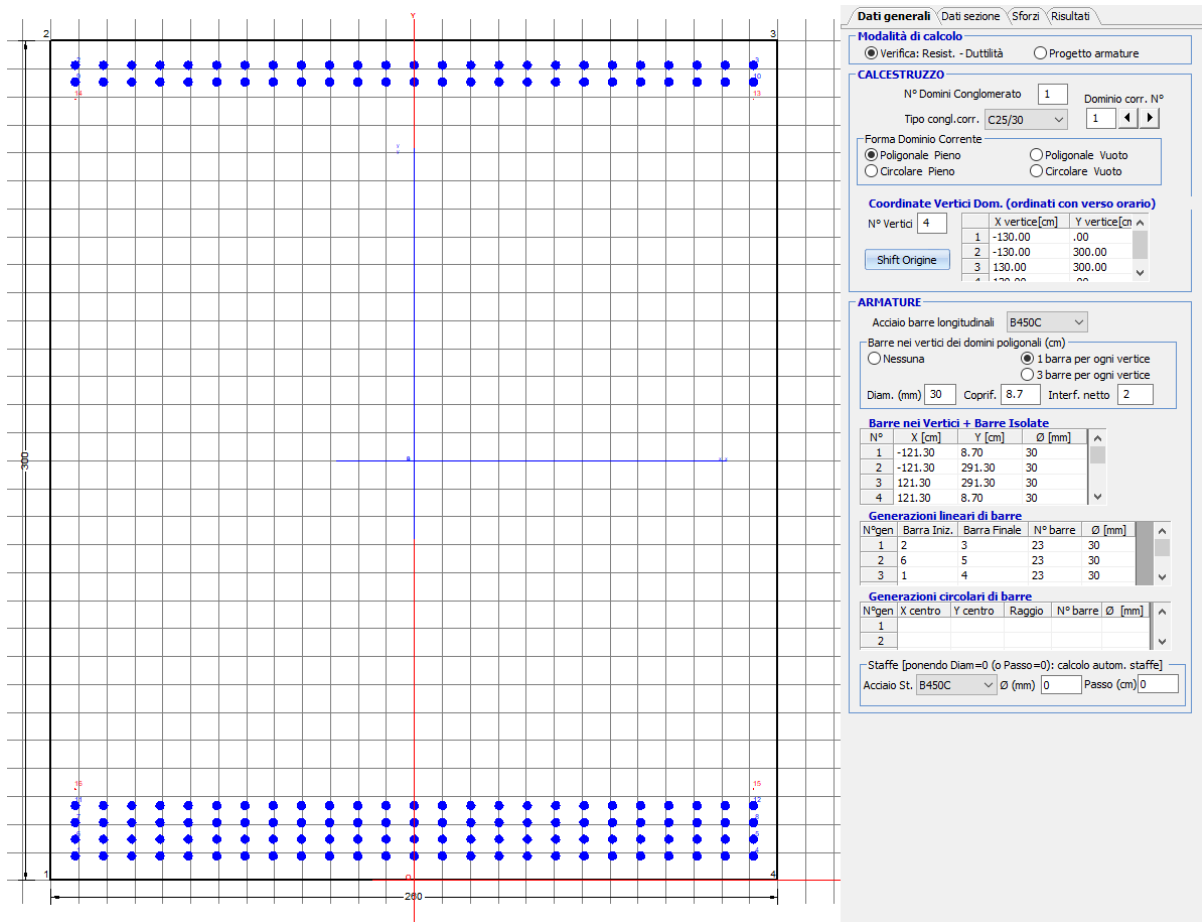
larghezza di riferimento della mensola equivalente	b	3.68	m
peso del plinto sulla larghezza equivalente	q1	264.74	KN m
peso specifico del terreno di ricoprimento	y	19.00	kN/m <sup>3</sup>
altezza di ricoprimento	hrint	1.50	m
peso del terreno sulla larghezza equivalente	q2	104.79	KN m
reazione del palo	R	7585.29	KN
lunghezza della mensola	L	9.55	m
momento positivo dato dal terreno e peso plinto	M+	21888.0	KN m
momento negativo dato dalla reazione del palo	M-	72408.7	KN m
	Med	50520.76	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	21776.2	KN
angolo di inclinazione risultante	α	45.00	gradi
proiezione forza di trazione in trasversale	Tt	15398.1	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	Tl	15398.1	KN

<b>proiezione nelle due direzioni e definizione dell'armatura</b>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras			At	39351.1 mm <sup>2</sup>
diametro armatura			Φ	30.00 mm
passo armatura trasversale			p	10.00 cm
numero di strati			ns	3.00
lunghezza di collaborazione			L	2.60 m
numero di ferri per strato			n	26.00
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	55135.0 mm <sup>2</sup>
			coef. Sicur	0.71
area dell'armatura inferiore richiesta in long			Al	39351.11 mm <sup>2</sup>
diametro armatura			Φ	30.00
passo armatura longitudinale			p	10.00 cm
numero di strati			ns	3.00
lunghezza di collaborazione			L	2.60 m
numero di ferri per strato			n	26.00
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	55134.95 mm <sup>2</sup>
			coef. Sicur	0.71
tasso di lavoro armatura allo SLU			σ <sub>t</sub>	279.28 MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU			σ <sub>l</sub>	279.28 MPa

## 9.2 Verifica a prsso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione y 260x300

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

ACCIAIO -

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	14.7	30
6	-121.3	14.7	30
7	-121.3	20.7	30
8	121.3	20.7	30
9	-121.3	285.3	30
10	121.3	285.3	30
11	-121.3	26.7	30
12	121.3	26.7	30
13	121.3	279.3	1
14	-121.3	279.3	1
15	121.3	32.7	1
16	-121.3	32.7	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
4	7	8	23	30
5	9	10	23	30
6	11	12	23	30
7	13	14	1	1
8	15	16	1	1

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	35724.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	37038.00	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	24856.00	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	21198.00 (15548.65)	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 11605.00 (15548.65) 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: 3.0 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	35724.00	0.00	0.00	73797.04	0.00	2.07706.9(112.0)	
2	S	0.00	37038.00	0.00	0.00	73797.04	0.00	1.99706.9(112.0)	

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.159	-130.0	300.0	0.00284	-121.3	291.3	-0.01847	-121.3	8.7
2	0.00350	0.159	-130.0	300.0	0.00284	-121.3	291.3	-0.01847	-121.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000075427	-0.019128214	0.159	0.700
2	0.000000000	0.000075427	-0.019128214	0.159	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	5.38	-130.0	300.0	-145.5	60.7	8.7	11570	706.9

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

Ver.                    La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
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 =  $0.6 S_{max} / E_s$  [(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	-0.00076	0	0.887	30.0	72	0.00055 (0.00044)	393	0.217 (990.00)	15548.65	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	4.59	-130.0	300.0	-124.1	-121.3	8.7	11570	706.9

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.887	30.0	72	0.00045 (0.00037)	393	0.175 (0.20)	15548.65	0.00

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

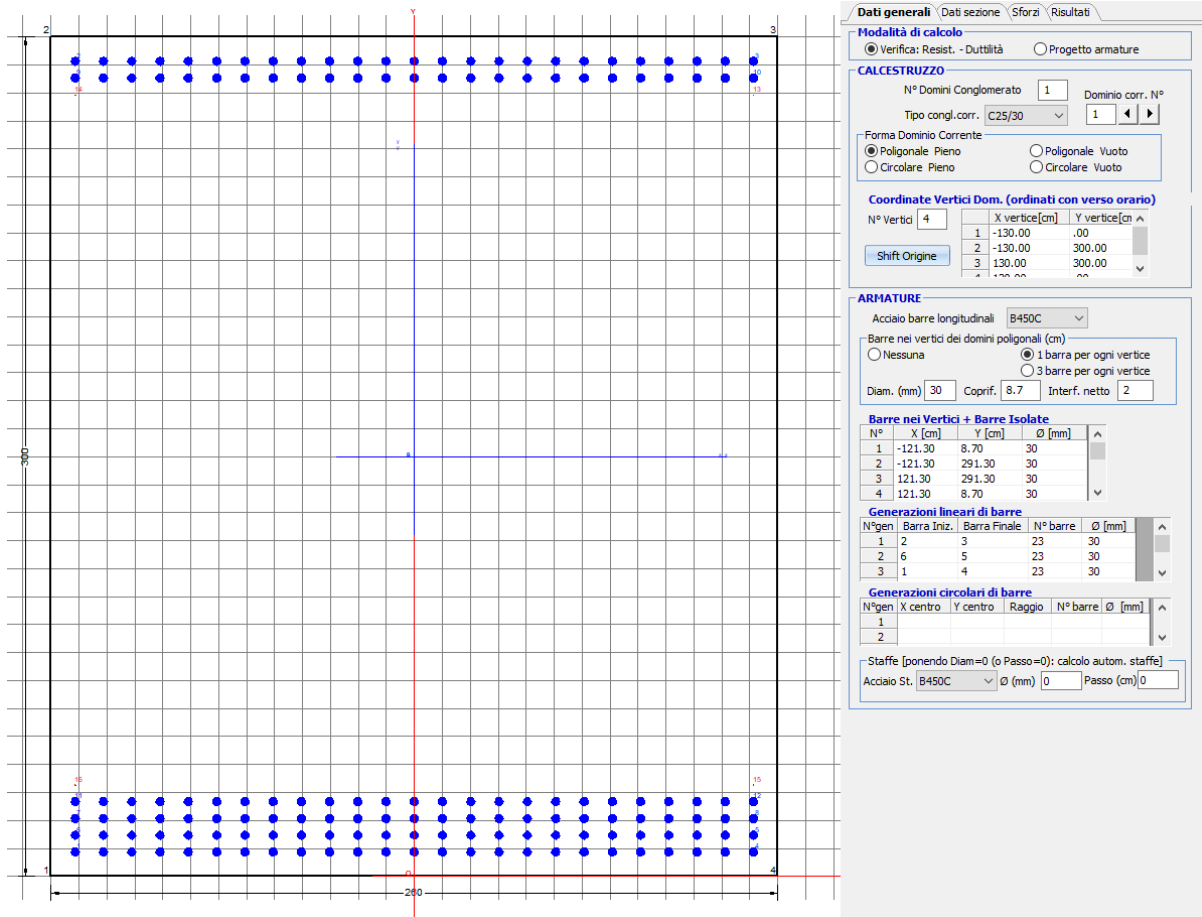
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.51	-130.0	300.0	-67.9	-30.3	8.7	11570	706.9

**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	-0.00036	0	0.887	30.0	72	0.00022 (0.00020)	393	0.088 (0.20)	15548.65	0.00

### 9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione y 260x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	14.7	30
6	-121.3	14.7	30
7	-121.3	20.7	30
8	121.3	20.7	30
9	-121.3	285.3	30
10	121.3	285.3	30
11	-121.3	26.7	30
12	121.3	26.7	30
13	121.3	279.3	1
14	-121.3	279.3	1
15	121.3	32.7	1
16	-121.3	32.7	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
4	7	8	23	30
5	9	10	23	30
6	11	12	23	30
7	13	14	1	1
8	15	16	1	1

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	35724.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	37038.00	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	24856.00	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	21198.00 (15548.65)	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	11605.00 (15548.65)	0.00 (0.00)

 <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 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	35724.00	0.00	0.00	73797.04	0.00	2.07706.9(112.0)	
2	S	0.00	37038.00	0.00	0.00	73797.04	0.00	1.99706.9(112.0)	

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.159	-130.0	300.0	0.00284	-121.3	291.3	-0.01847	-121.3	8.7
2	0.00350	0.159	-130.0	300.0	0.00284	-121.3	291.3	-0.01847	-121.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000075427	-0.019128214	0.159	0.700
2	0.000000000	0.000075427	-0.019128214	0.159	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	5.38	-130.0	300.0	-145.5	60.7	8.7	11570	706.9

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00076	0	0.887	30.0	72	0.00055 (0.00044)	393	0.217 (990.00)	15548.65	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	4.59	-130.0	300.0	-124.1	-121.3	8.7	11570	706.9

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.887	30.0	72	0.00045 (0.00037)	393	0.175 (0.20)	15548.65	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.51	-130.0	300.0	-67.9	-30.3	8.7	11570	706.9


**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	-0.00036	0	0.887	30.0	72	0.00022 (0.00020)	393	0.088 (0.20)	15548.65	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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	4.71239	m
diffusione dello sforzo			secondo	EC (1999) - BS 8110-97	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	33.6901	gradi
perimetro zona critica			u1	29.3111	m
raggio interno			r	0.75	m
raggio esterno			R	4.665	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	28.4602	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
valore di progetto del taglio			Ved	2614.61	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.29761	MPa
resistenza associata			vRd,max	2.83333	MPa
				0.10504	
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento</b>					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.00812	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00812	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01149	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.12862	MPa
			vRd,c	0.72531	MPa
				0.17733	

 <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>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

## 10. PALI DI FONDAZIONE

### 10.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

### 10.2 Verifica strutturale

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

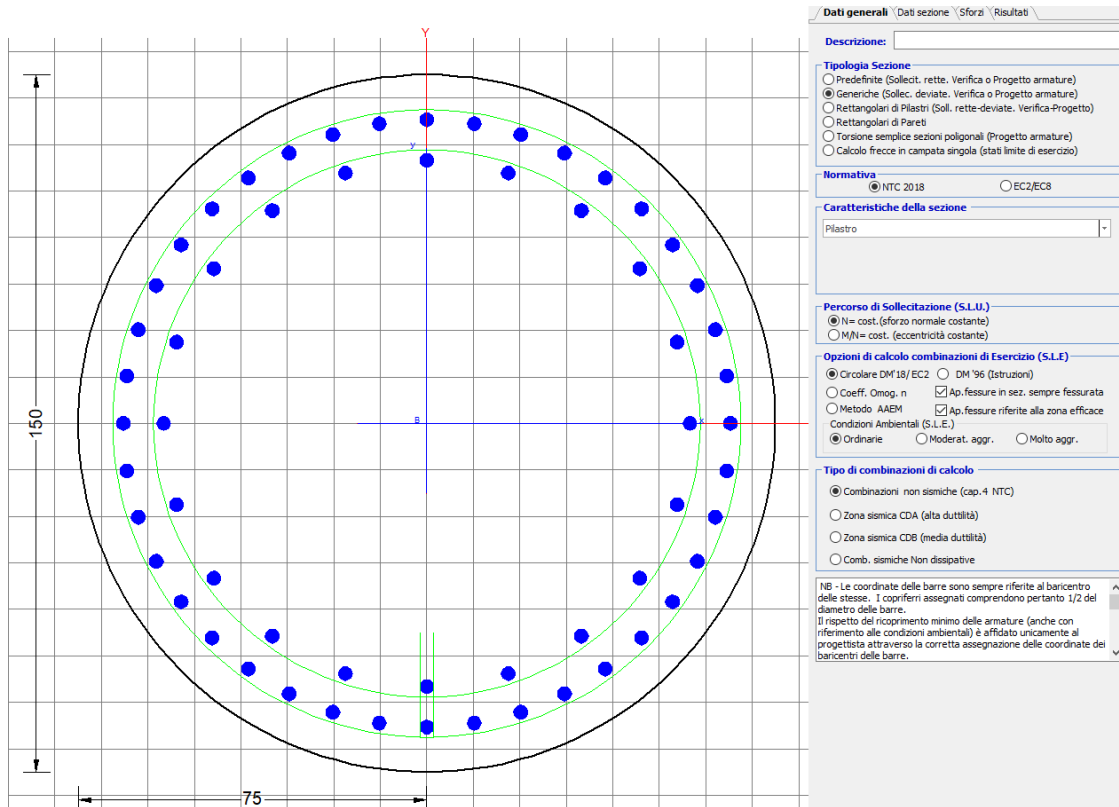
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

<i>TABELLA PER FLESSIONE</i>						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>88621</b>	3999	2132	76939	45850	
E_103x_SLV_q=1.36_63	54001	12216	3458	179951	52596	
E_103y_SLV_q=1.36_64	54001	5277	8918	60645	164034	
E_103x_SLV_q=1.36_63	54001	12216	3458	<b>179951</b>	52596	
E_103y_SLV_q=1.36_64	54001	5277	8918	60645	<b>164034</b>	



Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	2.25	6.75	7075.84	6666.45	5297.11
2	2.25	-6.75	4511.21	668.078	3275.62
3	6.75	6.75	7585.29	7250.85	7119.71
4	6.75	-6.75	5020.66	1252.48	5098.22
5	-6.75	-6.75	3492.32	-500.72	-369.58
6	-6.75	6.75	6056.94	5497.66	1651.91
7	6.75	2.25	6730.41	5251.39	6445.88
8	-6.75	2.25	5202.07	3498.2	978.081
9	-2.25	2.25	5711.52	4082.6	2800.68
10	2.25	2.25	6220.96	4666.99	4623.28
11	-2.25	-6.75	4001.76	83.6794	1453.02
12	-2.25	6.75	6566.39	6082.05	3474.51
13	-6.75	-2.25	4347.19	1498.74	304.252
14	6.75	-2.25	5875.54	3251.93	5772.05
15	2.25	-2.25	5366.09	2667.54	3949.45
glio equivalente			283.235	793.478	647.652
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	3.31
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	7585	250	133	750	400
combo2	7251	763	216	2290	648
combo3	7120	330	557	989	1672
combo4	-501	763	216	2290	648



**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME SEZIONE: palo 1.5**

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	65.3	40	30
2	0.0	0.0	56.6	20	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	4735.37	164.43	312.13	0.00	0.00
2	2395.00	1071.93	359.91	0.00	0.00
3	2585.99	321.84	1092.58	0.00	0.00
4	-937.76	321.84	1092.58	0.00	0.00
5	8154.65	1107.64	451.51	0.00	0.00
6	7785.81	554.37	594.97	0.00	0.00
7	7037.74	3049.17	842.23	0.00	0.00
8	227.31	3049.17	842.23	0.00	0.00
9	7037.74	3049.17	842.23	0.00	0.00
10	6774.43	1388.14	2216.19	0.00	0.00
11	7037.74	3049.17	842.23	0.00	0.00
12	6774.43	1388.14	2216.19	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	5774.34	763.86	272.66
2	2508.16	763.86	240.17
3	5774.34	763.86	272.66
4	5519.96	382.30	371.61
5	5774.34	763.86	272.66
6	5519.96	382.30	371.61
7	5900.87	1971.33	527.96
8	1251.98	1971.33	527.96
9	5900.87	1971.33	527.96
10	5654.25	829.22	1404.18
11	5900.87	1971.33	527.96
12	5654.25	829.22	1404.18

**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	5120.21	459.11 (0.00)	311.78 (0.00)
2	2687.27	459.11 (2854.79)	292.29 (4016.62)
3	5120.21	459.11 (0.00)	311.78 (0.00)
4	5120.21	459.11 (0.00)	311.78 (0.00)
5	5120.21	459.11 (0.00)	311.78 (0.00)
6	5120.21	459.11 (0.00)	311.78 (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	3778.81	0.25 (0.00)	50.58 (0.00)
2	3316.15	0.25 (0.00)	50.58 (0.00)
3	3778.81	0.25 (0.00)	50.58 (0.00)
4	3778.81	0.25 (0.00)	50.58 (0.00)
5	3778.81	0.25 (0.00)	50.58 (0.00)
6	3778.81	0.25 (0.00)	50.58 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	4735.37	164.43	312.13	4735.54	4336.58	8230.10	26.37	424.1(53.0)
2	S	2395.00	1071.93	359.91	2395.14	8390.70	2814.49	7.83	424.1(53.0)
3	S	2585.99	321.84	1092.58	2586.06	2513.27	8528.72	7.81	424.1(53.0)
4	S	-937.76	321.84	1092.58	-937.56	2245.81	7613.48	6.97	424.1(53.0)
5	S	8154.65	1107.64	451.51	8154.92	8959.34	3651.48	8.09	424.1(53.0)
6	S	7785.81	554.37	594.97	7785.93	6576.18	7055.32	11.86	424.1(53.0)
7	S	7037.74	3049.17	842.23	7037.91	9245.34	2560.54	3.03	424.1(53.0)
8	S	227.31	3049.17	842.23	227.37	7998.20	2207.84	2.62	424.1(53.0)
9	S	7037.74	3049.17	842.23	7037.91	9245.34	2560.54	3.03	424.1(53.0)
10	S	6774.43	1388.14	2216.19	6774.41	5082.93	8100.67	3.66	424.1(53.0)
11	S	7037.74	3049.17	842.23	7037.91	9245.34	2560.54	3.03	424.1(53.0)
12	S	6774.43	1388.14	2216.19	6774.41	5082.93	8100.67	3.66	424.1(53.0)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	66.4	0.4	0.00295	58.2	29.6	-0.00452	-58.2	-29.6
2	0.00350	23.9	0.4	0.00288	20.2	62.1	-0.00552	-20.2	-62.1
3	0.00350	71.9	0.4	0.00288	62.1	20.2	-0.00543	-62.1	-20.2
4	0.00350	71.9	0.4	0.00274	62.1	20.2	-0.00746	-62.1	-20.2
5	0.00350	28.3	0.4	0.00301	20.2	62.1	-0.00340	-20.2	-62.1
6	0.00350	54.9	0.4	0.00301	46.2	46.2	-0.00351	-46.2	-46.2
7	0.00350	20.0	72.4	0.00300	20.2	62.1	-0.00373	-20.2	-62.1
8	0.00350	20.0	72.4	0.00279	20.2	62.1	-0.00669	-20.2	-62.1
9	0.00350	20.0	72.4	0.00300	20.2	62.1	-0.00373	-20.2	-62.1
10	0.00350	63.6	38.1	0.00299	52.8	38.4	-0.00380	-52.8	-38.4
11	0.00350	20.0	72.4	0.00300	20.2	62.1	-0.00373	-20.2	-62.1
12	0.00350	63.6	38.1	0.00299	52.8	38.4	-0.00380	-52.8	-38.4

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000050556	0.000026633	-0.000785653	----	----
2	0.000020462	0.000060943	-0.001321472	----	----
3	0.000061065	0.000017988	-0.001274457	----	----
4	0.000074978	0.000022086	-0.002362267	----	----
5	0.000018582	0.000045585	-0.000191979	----	----
6	0.000036565	0.000034070	-0.000248351	----	----
7	0.000013723	0.000049683	-0.000365751	----	----
8	0.000019353	0.000070064	-0.001951597	----	----
9	0.000013723	0.000049683	-0.000365751	----	----
10	0.000044174	0.000027669	-0.000409263	----	----
11	0.000013723	0.000049683	-0.000365751	----	----
12	0.000044174	0.000027669	-0.000409263	----	----

**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	4.03	25.2	0.0	14.7	-20.2	-62.1	----	----
2	S	2.71	22.5	0.0	-7.0	-20.2	-62.1	377	7.1
3	S	4.03	25.2	0.0	14.7	-20.2	-62.1	----	----
4	S	3.37	52.3	0.0	20.4	-46.2	-46.2	----	----
5	S	4.03	25.2	0.0	14.7	-20.2	-62.1	----	----
6	S	3.37	52.3	0.0	20.4	-46.2	-46.2	----	----
7	S	6.78	19.4	0.0	-22.7	-20.2	-62.1	591	21.2
8	S	6.01	19.4	0.0	-104.6	-20.2	-62.1	2323	99.0
9	S	6.78	19.4	0.0	-22.7	-20.2	-62.1	591	21.2
10	S	5.70	64.6	0.0	-9.2	-58.2	-29.6	443	14.1
11	S	6.78	19.4	0.0	-22.7	-20.2	-62.1	591	21.2
12	S	5.70	64.6	0.0	-9.2	-58.2	-29.6	443	14.1

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00

2	S	-0.00005	0	0.834	30.0	82	0.00002 (0.00002)	732	0.015 (990.00)	3449.61	1084.61
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	-0.00016	0	0.833	30.0	82	0.00007 (0.00007)	516	0.035 (990.00)	3059.76	819.46
8	S	-0.00059	0	0.833	30.0	82	0.00031 (0.00031)	478	0.150 (990.00)	1408.21	377.14
9	S	-0.00016	0	0.833	30.0	82	0.00007 (0.00007)	516	0.035 (990.00)	3059.76	819.46
10	S	-0.00008	0	0.785	30.0	82	0.00003 (0.00003)	530	0.015 (990.00)	2289.44	3876.88
11	S	-0.00016	0	0.833	30.0	82	0.00007 (0.00007)	516	0.035 (990.00)	3059.76	819.46
12	S	-0.00008	0	0.785	30.0	82	0.00003 (0.00003)	530	0.015 (990.00)	2289.44	3876.88

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.25	42.1	0.0	17.4	-38.4	-52.8	---	---
2	S	2.21	40.3	0.0	2.5	-38.4	-52.8	---	---
3	S	3.25	42.1	0.0	17.4	-38.4	-52.8	---	---
4	S	3.25	42.1	0.0	17.4	-38.4	-52.8	---	---
5	S	3.25	42.1	0.0	17.4	-38.4	-52.8	---	---
6	S	3.25	42.1	0.0	17.4	-38.4	-52.8	---	---

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	2854.79	4016.62
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	1.67	75.0	0.0	22.3	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.48	75.0	0.0	19.4	-65.3	0.0	---	---
3	S	1.67	75.0	0.0	22.3	-65.3	0.0	---	---
4	S	1.67	75.0	0.0	22.3	-65.3	0.0	---	---
5	S	1.67	75.0	0.0	22.3	-65.3	0.0	---	---
6	S	1.67	75.0	0.0	22.3	-65.3	0.0	---	---

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

### 10.3 Verifica a taglio

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

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	88621	3999	2132	76939	45850	
E_103x_SLV_q=1_66	54001	<b>15802</b>	4304	241638	69869	
E_103y_SLV_q=1_67	54001	6353	<b>11737</b>	79151	221609	
E_103x_SLV_q=1_66	54001	15802	4304	241638	69869	
E_103y_SLV_q=1_67	54001	6353	11737	79151	221609	


Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	15802	6353
sollecitazione massima direzione y	Ty	4304	11737
vettore complessivo, singolo palo	T	1024	834

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.5	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	110.4	cm
larghezza biella	bw	126.1	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	4436	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	1221	kN
taglio resisitente	V <sub>r</sub>	1221	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	1080	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.88	



	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P9</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705003</b>	REV. <b>B</b>

## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	100 kg/mc
Plinto di fondazione	260 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 200 kg/mc