

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 - P14*

SCALA:

-

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


**RS3U 40 D 09 CL VI0705 001 B**

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

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


File: RS3U40D09CLVI0705001B

n. Elab.: 09\_162


 <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 – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
3.	MATERIALI .....	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	9
4.	DATI DI BASE .....	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	17
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	18
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	18
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	19
5.3	Carichi da traffico verticali .....	19
5.4	Effetti dinamici .....	21
5.5	Disposizione treni di carico.....	21
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	25
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	25
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	27
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	28
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i> .....	29
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	29
5.7	Azione Sismica .....	32
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	33
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	34
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	39
5.7.4	<i>Check analisi statica</i> .....	40
5.7.5	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	41
5.7.6	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	42
5.8	Azione Idrostatica.....	43
6.	SOLLECITAZIONI .....	46
6.1	Combinazioni di carico .....	46
6.1.1	<i>Configurazione 1</i> .....	46

 <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 – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

6.1.2	Configurazione 2 .....	52
6.1.3	Configurazione 3 .....	58
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	64
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	64
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	70
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	73
8.	FUSTO PILA .....	73
8.1	Modellazione .....	75
8.2	Verifica a presso flessione .....	75
8.3	Verifica a taglio .....	84
8.4	Verifica minimi di armatura .....	85
8.5	Verifica spostamenti.....	87
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	88
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 – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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 14 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 11.80m, con impalcato 25m.

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 3.30m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

Il plinto presenta uno spessore di 2.5metri e una pianta rettangolare di 13.2x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 12 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.

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

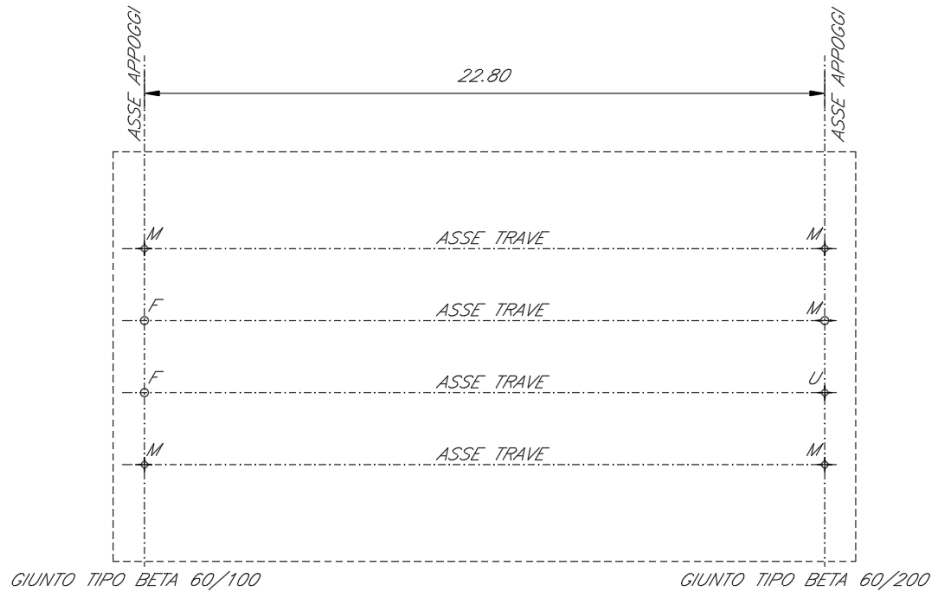
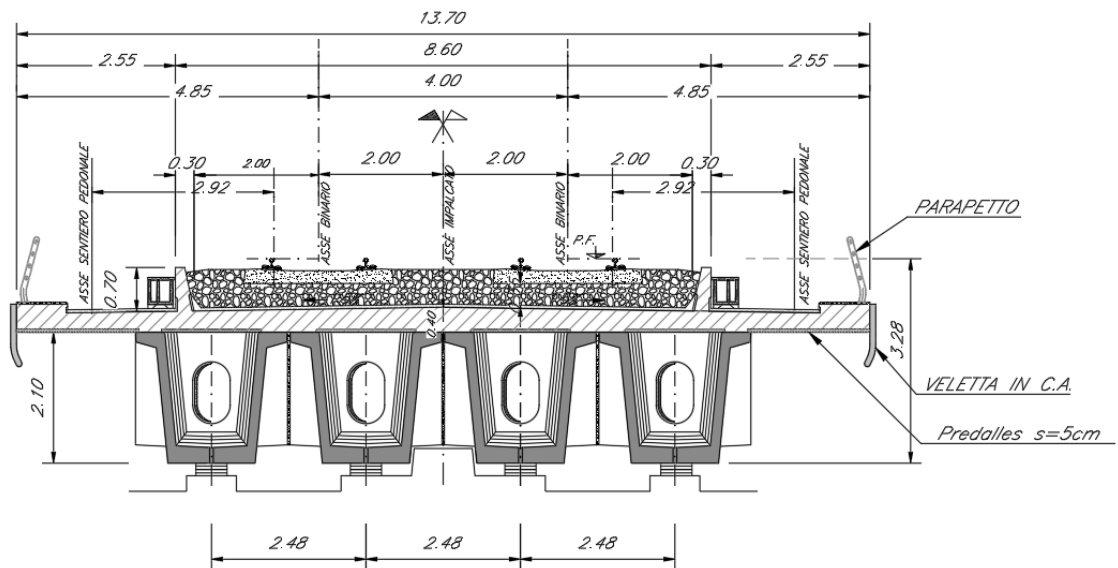


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



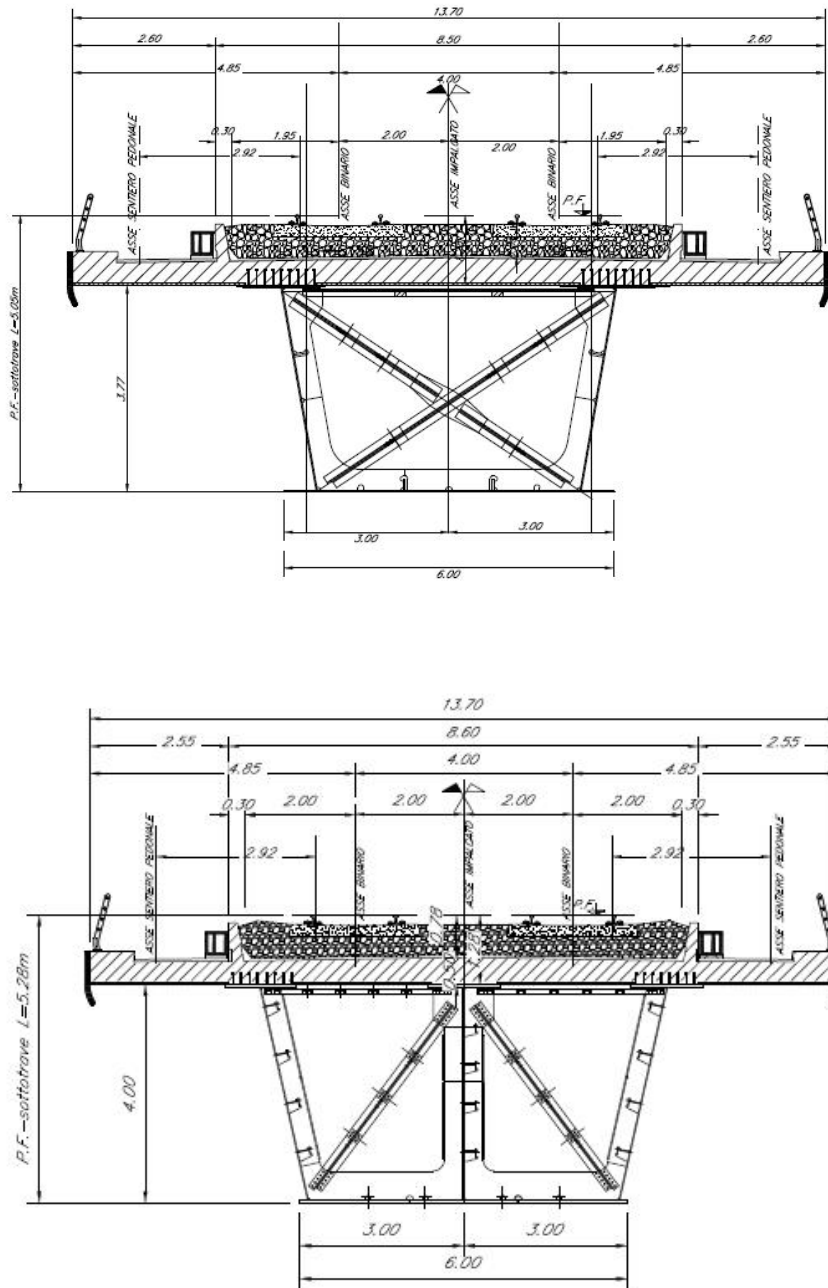


Figura 2: sezione trasversale impalcato

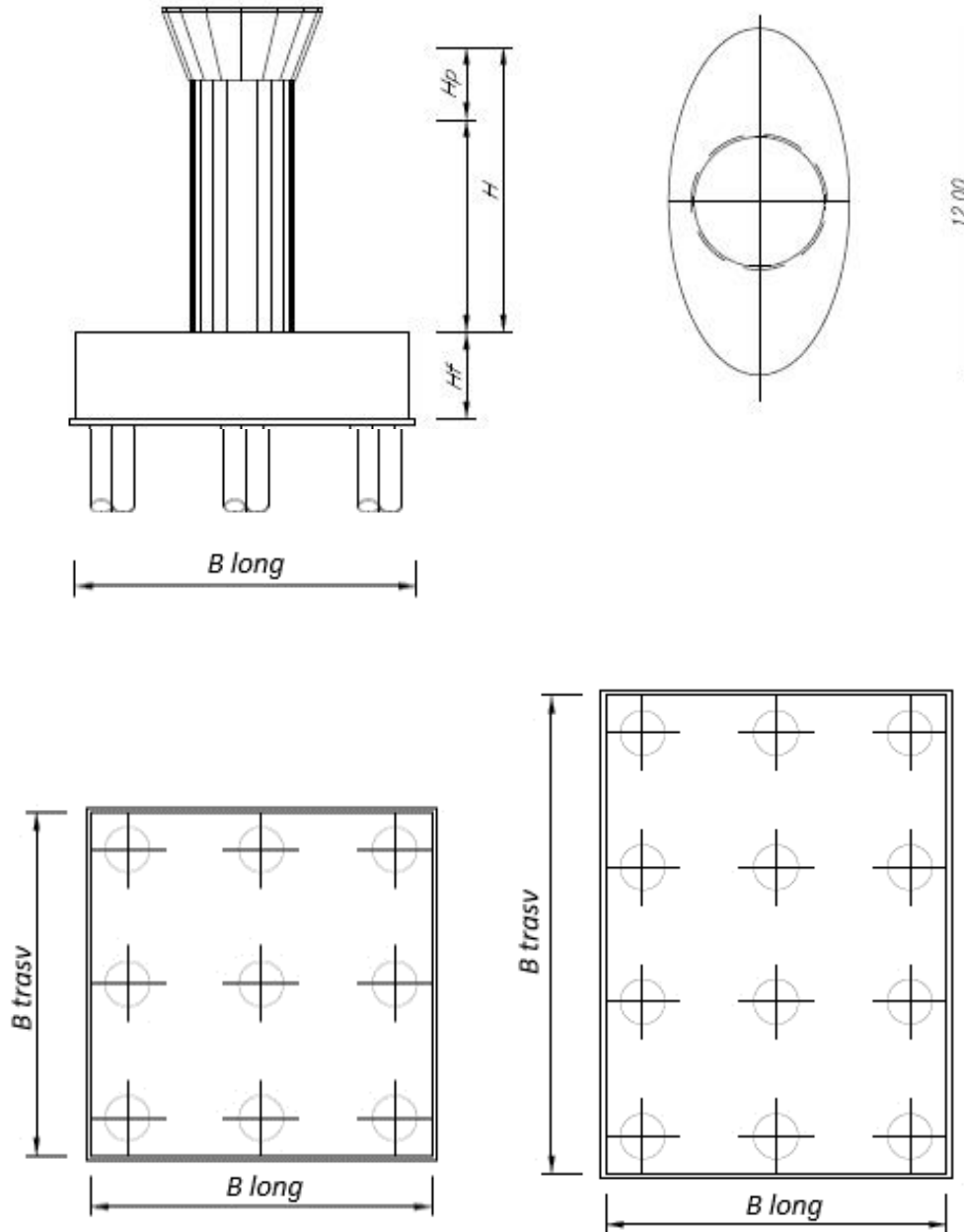



Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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 provvisori, 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>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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 – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

### 3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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


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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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 11.80m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino			Hp	11.8	m	
tipologia di sezione				<b>circolare</b>		
larghezza trasversale pila			b	0.000	m	
larghezza longitudinale pila			d	0.000	m	
raggio della sezione			R	2.25	m	
area della sezione			A	15.904	m <sup>2</sup>	
inerzia sezione direzione trasversale			I11	20.129	m <sup>4</sup>	
inerzia sezione direzione longitudinale			I22	20.129	m <sup>4</sup>	
calcestruzzo			fck	32	MPa	
massa pulvino			mp	3897	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	3902	kN	
<b>FONDAZIONE</b>						
asse minore ellisse			a	13.2	m	
asse maggiore ellisse			b	9.6	m	
altezza della fondazione			h	3	m	
altezza terreno di ricoprimento			ht	1.5	m	
area netta per calcolo ricoprimento			A	110.8	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 Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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  $A_d$  (v. § 3.6):

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

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

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

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

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

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

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

Azioni		$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2) (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_gp_gr1_Treno	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr2_Scarico	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr4_centrif	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_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 – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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:

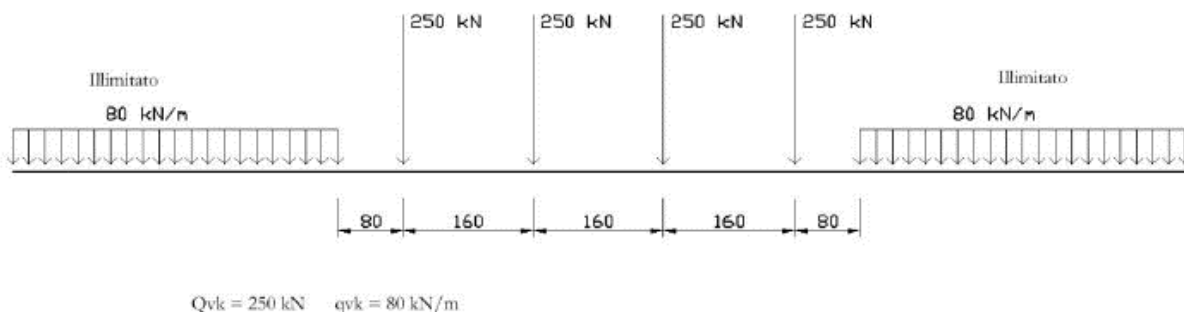
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	6927	0
scarichi estradosso Pila - G2	4606	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	14568	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	4606	0
scarichi sui Pali - G1	27230	0
scarichi sui Pali - G2	4606	0

## 5.3 Carichi da traffico verticali

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


### ➤ Modello di carico LM71

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



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

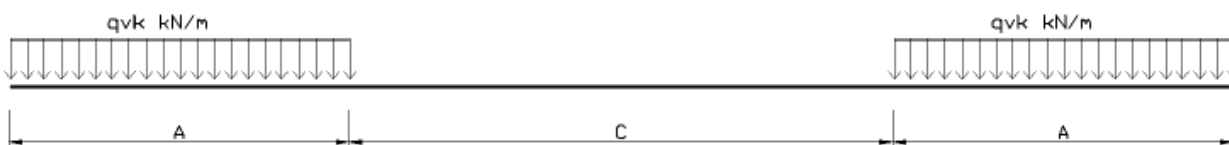
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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 – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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	6348	359	1340
COMBO ML	3739	3188	1118
COMBO MT	3350	238	7036

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

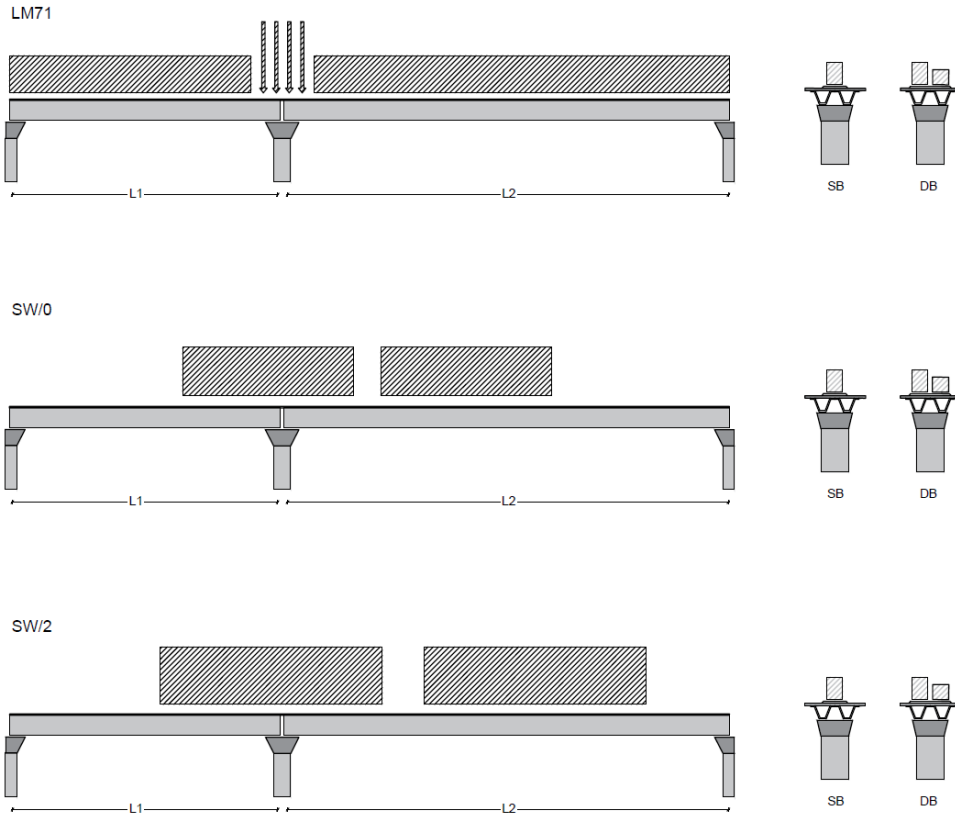


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

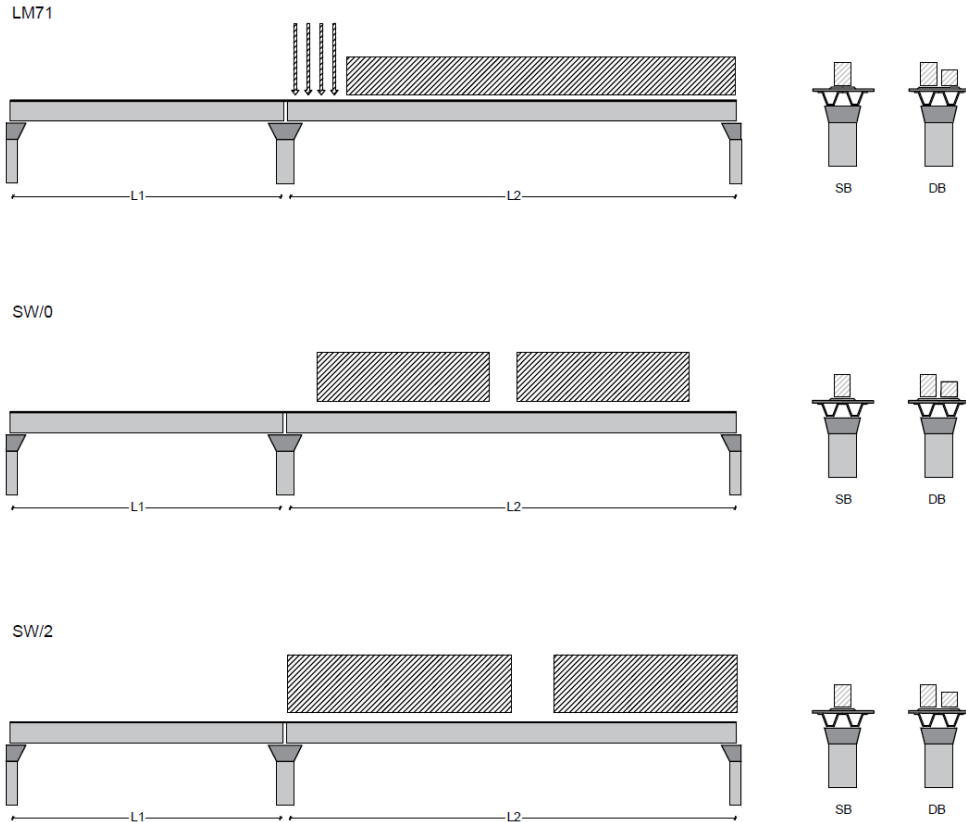


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale



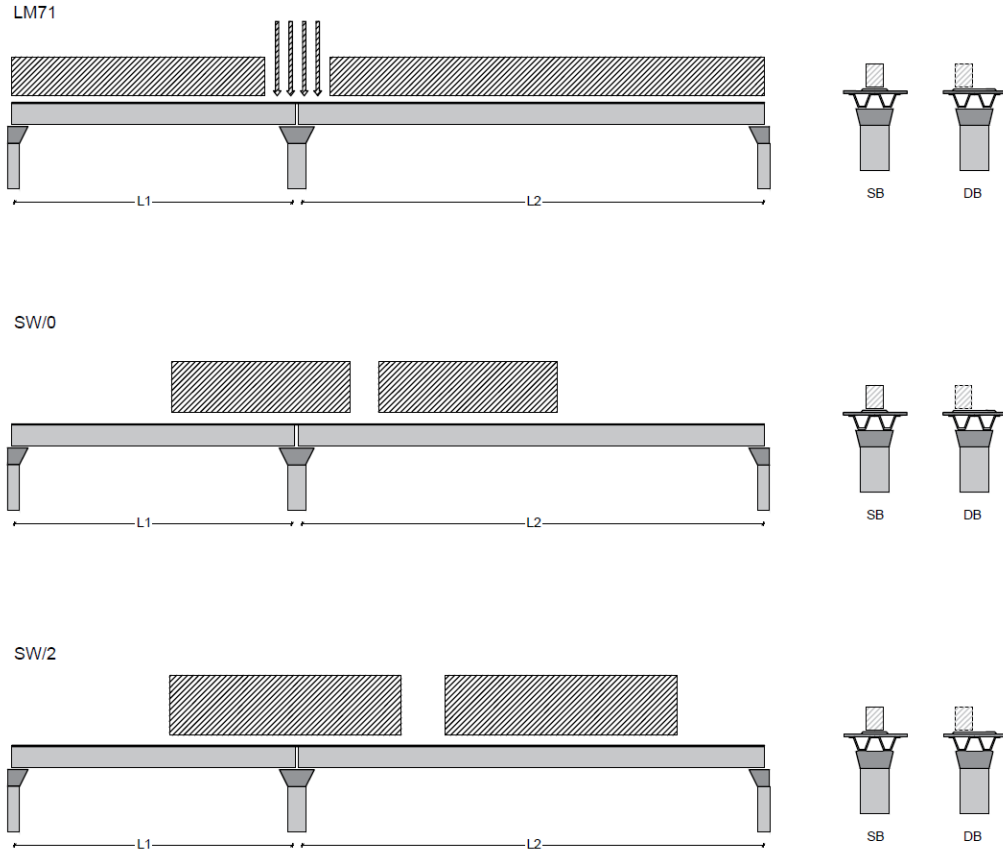



Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <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>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
<b>LM71 e SW/0</b>							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, $\alpha$ , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
<b>LM71 caso a</b>							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	<b>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	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	


valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	300.5	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	96.2	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	<b>0.0</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>0.0</b>	kN/m
<b>SW/2</b>					
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di $\alpha$ pari a 1,					
velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
coefficiente di adattamento			a	1.00	
valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	<b>180.32</b>	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>0.00</b>	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_LM/71_1	0.01649	0.0013194	0.016493	0.00132	0.048555	0.27167
Fcen_LM/71_2	0.01996	0.0015968	0.01996	0.0016	0.058762	0.32878
Fcen_SW/2_1	0	0.0014198	0	0.00142	0.034502	0.19304


 <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 – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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			2.465	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>817.95</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 – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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>24.3</b>	m	


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

#### FENATURA

LM/71					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	24.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	534.6	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	19	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	418	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	24.3		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	850.5		

#### AVVIAMENTO

LM/71					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	882.09	kN	
SW/0					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	689.7	kN	
SW/2					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	801.9	kN	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.6.4 Forza d'attrito

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

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio				h	0.45	m
lunghezza del binario				L	24.3	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti				Vg1	<b>6927</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti				Vg2	<b>4606</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili				Vq	<b>7598</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>396.2</b>	kN
momento longitudinale in testa pila				M	<b>178.3</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	11.8	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	12.25	m
	altezza di riferimento	z	15.9825	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.66	
	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	1424.03	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	13.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.465	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.465	m
		d/h	1.83523	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	1.89531	
	forza trasversale	fx	20.1	
	forza equivalente in testa pila	Fx	489.6	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2047.7	kn/m


ponte scarico				
altezza di impatto treno o barriere	htot	7.345	m	
rapporto geometrico	d/h	1.86521		
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.88707		
forza trasversale	fx	19.7		
forza equivalente in testa pila	Fx	479.6	kN	
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	1977.3	kn/m	
VENTO SULLA PILA				
direzione trasversale				
altezza di riferimento	z	11.8	m	
coefficiente di topografia	ct	1		
coefficiente di esposizione	ce	2.45842		
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	1424.03	n/m <sup>2</sup>	
		1.42403	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		



	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90327	
	rapporto geometrico	l/b	2.62222	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2.62222	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.63981	
	forza trasversale	f tras	<b>0.8</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>9.7</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>7.1</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	0.90327	
	rapporto geometrico	l/b	2.62222	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2.62222	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.63981	
	forza longitudinale	f lon	0.82298	
	forza equivalente in testa pila	F lon	9.71121	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	7.08	m

## 5.7 Azione Sismica

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

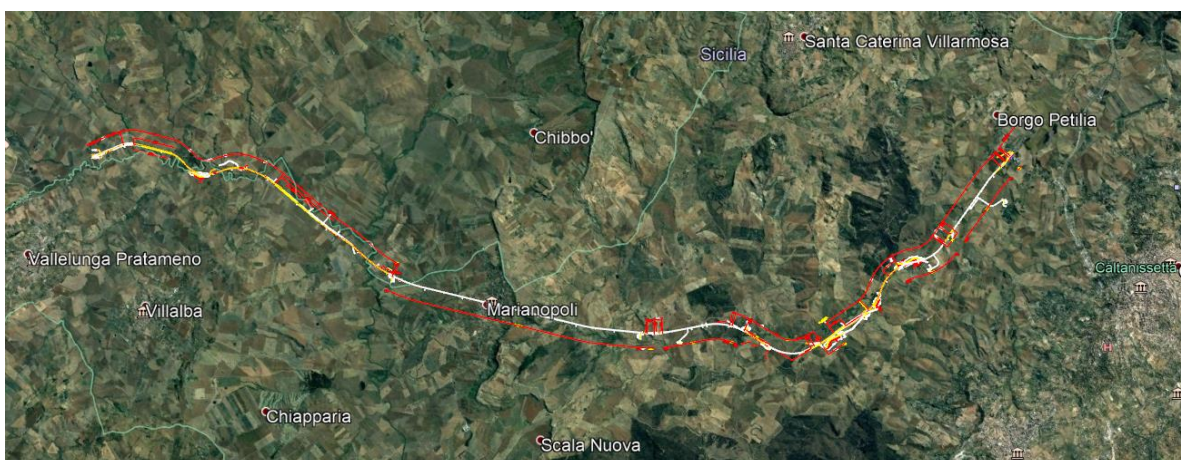


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

---

Ricerca per comune

REGIONE  
Sicilia

PROVINCIA  
Catania

COMUNE  
Mineo

---

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri


**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione

superficie rigata



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

---

INTRO

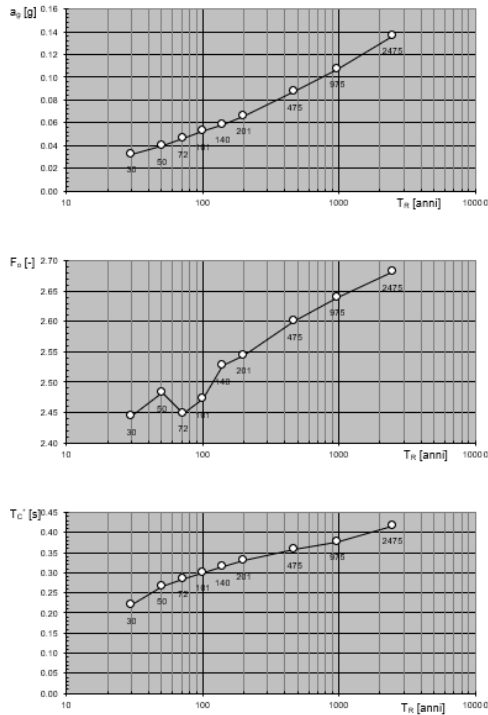
**FASE 1**

FASE 2

FASE 3

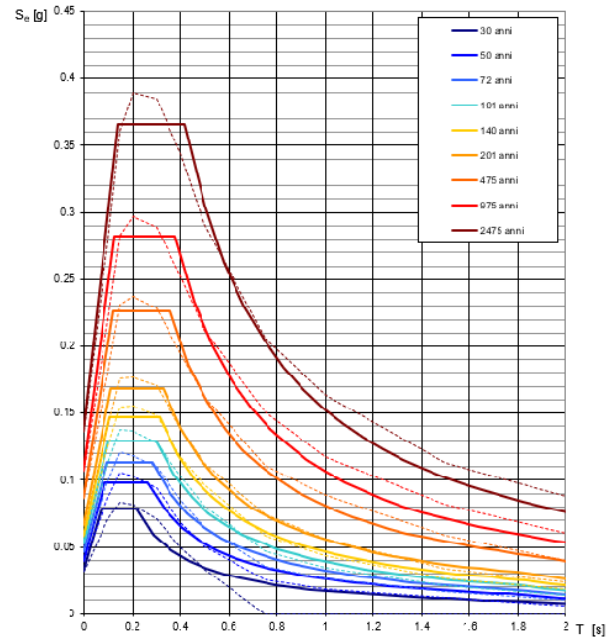
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

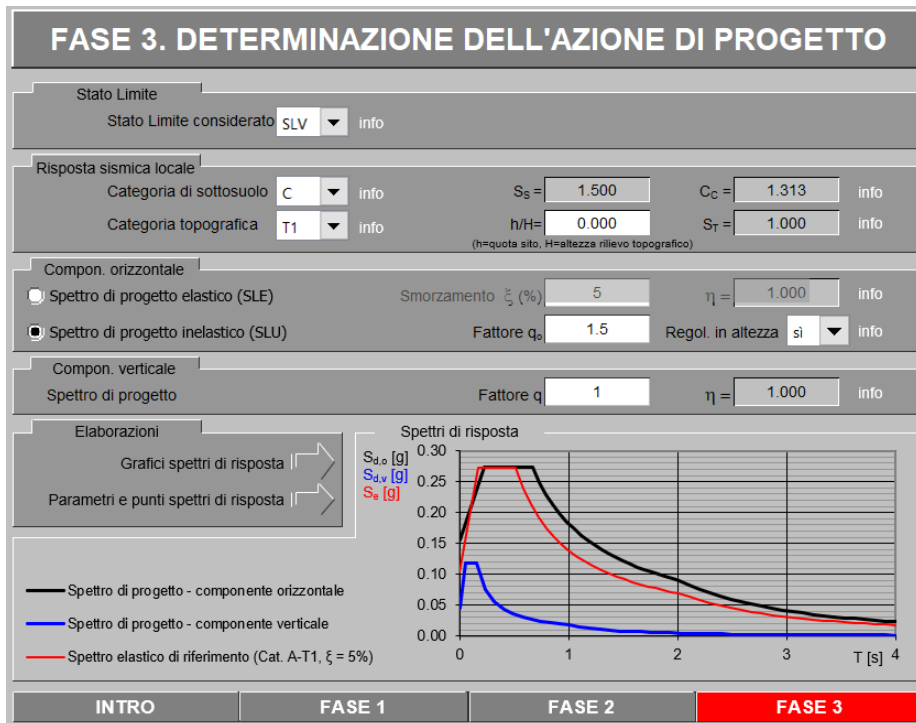
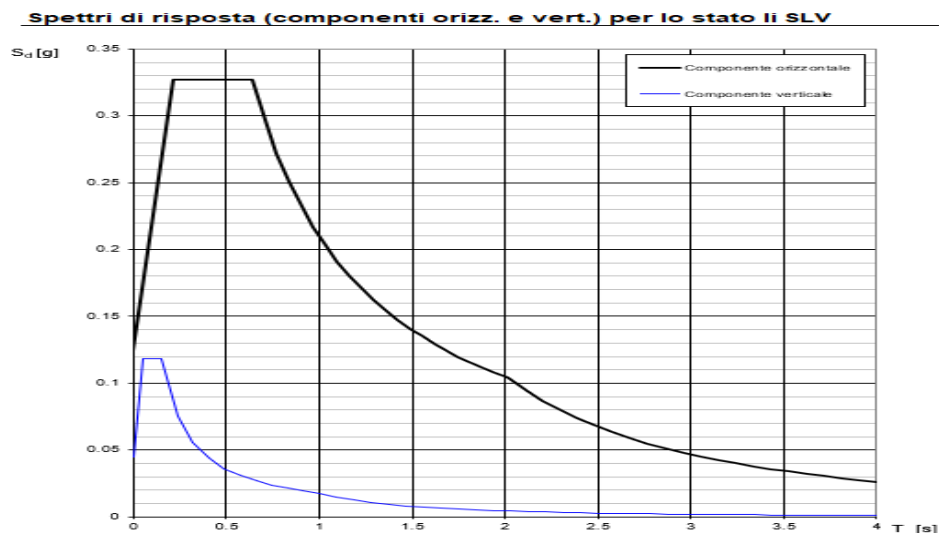


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



La verifica dell'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**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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


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 – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*


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

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

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

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




 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.7.4 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>				
massa treno per direzione long			Com Nmax	7478 kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1496 kN
				0
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	11533 kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	13028 kN
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	2606 kN
massa pulvino			Mpul	3744 kN
massa pila			Mpila	3897 kN
massa efficace pila			Mpe	5043 kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	18071 kN
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -2437.2 KN</b>

<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long			Com Mmax	6348 kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1270 kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	11533 kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	12802 kN
massa pulvino			Mpul	3744 kN
massa pila			Mpila	3897 kN
massa efficace pila			Mpe	5043 kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasn			Mtot tras	17845 kN
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -2482.4 KN</b>

<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long			Com Mmax	6348 kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1270 kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	11533 kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	12802 kN
massa pulvino			Mpul	3744 kN
massa pila			Mpila	3897 kN
massa efficace pila			Mpe	5043 kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	17845 kN
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -2482.4 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>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

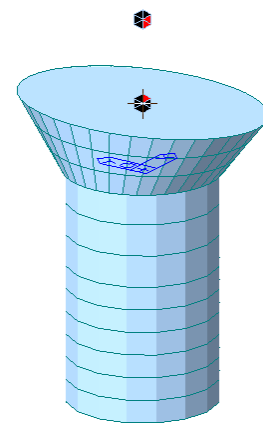
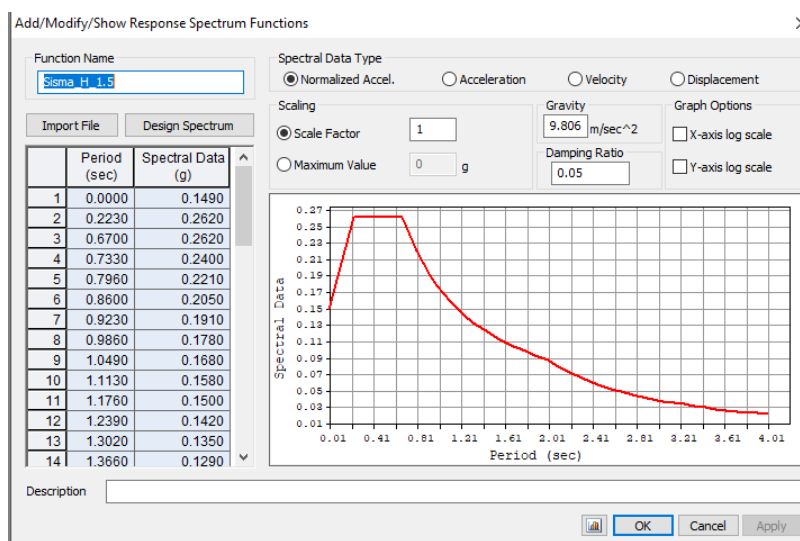
5.7.5 *Analisi statica equivalente*

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	11.80	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof		H <sub>e</sub>	12.25	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	3.4E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	6.0E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	3.6E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.46	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.35	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.04	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.27	0.27	0.41	0.19	g
accelerazione componente longitudinale	0.27	0.27	0.41	0.19	g
accelerazione componente verticale	0.11	0.11	0.11	0.03	g
Sforzo assiale	1904	1904	1904	617	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	4895	5385	7343	3391	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	4957	5453	7436	3434	kN
Momento flessionale trasversale	72260	79486	108390	50057	kN m
Momento flessionale longitudinale	60993	67065	91355	42334	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.

 <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 – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

## 5.8 Azione Idrostatica

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

### 6.3.6 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:

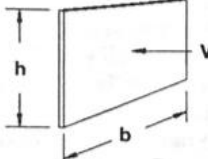
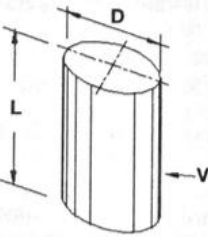

Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente $C_n$
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} = 1$ 5 10 $\infty$	1.16 1.20 1.50 1.90
	$10^5$	$\frac{L}{D} = 1$ 2 5 10 20 40 $\infty$	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} = 5$ $\infty$	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	<b>3.7</b>	m/sec
densità dell'acqua	$\rho$	<b>1</b>	kN sec <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
altezza di riinterro pila	$h_{ri}$	<b>2.5</b>	m
altezza della pila	$h_p$	<b>11.8</b>	m
altezza idrica Tr 300	$h_{300}$	<b>0.67</b>	m
scalzamento massimo Tr300	$d_l$	<b>9.92</b>	m
tipologia di sezione		<b>circolare</b>	m
larghezza trasversale pila	b	<b>0</b>	m
larghezza longitudinale pila	d	<b>0</b>	m
raggio della sezione	r	<b>2.25</b>	m
rapporto geometrico	L/D	<b>0.002444</b>	m
viscosità cinematica	$\mu$	<b>0.000894</b>	N s/m <sup>2</sup>
numero di Reynolds	Re	<b>18624161</b>	
coefficiente di forma	$C_d$	<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 – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

pressione dell'acqua		p	<b>2.39575</b>	kN/m2
forza risultante		Fidro	<b>535.7231</b>	kN
momento alla base pila		Mpila	<b>-899.042</b>	kN

<b>tabella riassuntiva - Tr300</b>			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	2.17	3	5.42
D	2.25	13.2	1.2
L/D	0.964	4.4	4.51666667
Re	9.31E+06	5.46E+07	4.97E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.19	0.35
p	2.39575	8.14555	2.39575
B	2.25	13.2	8
F	11.70	420.15	103.88
M	12.69	-630.22	-281.51

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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	25464.4	1256.13	448.52	1085.25	2144.99	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	16921.1	0	140.959	0	63.8701	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	25464.4	2512.26	448.478	1650.51	2144.76	
A1_SLU_gr4_centrif_4	21782.6	1507.35	315.941	990.306	1308.07	
A1_SLU_gr1+vento_5	25464.4	1264.87	888.925	1085.25	3924.53	
A1_SLU_gr2+vento_6	16921.1	8.74009	581.364	0	1843.41	
A1_SLU_gr3+vento_7	25464.4	2521	888.882	1650.51	3924.29	
A1_SLU_gr4+vento_8	21782.6	1516.09	756.345	990.306	3087.6	
A1_SLU_vento_gr1_9	23623.5	1019.47	1039.81	868.201	4658.03	
A1_SLU_vento_gr2_10	16788.8	14.5668	842.966	0	3015.27	
A1_SLU_vento_gr3_11	23623.5	2024.37	1039.77	1320.41	4657.84	
A1_SLU_vento_gr4_12	21782.6	1521.92	1049.95	990.306	4273.96	
SLE_rar_gr1_Treno_14	17880.6	866.295	230.457	748.45	1443.82	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	11988.6	0	89.05	0	40.3749	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	17880.6	1732.59	230.428	1138.28	1443.65	
SLE_rar_gr4_centrif_17	15341.4	1039.55	169.493	682.969	880.338	
SLE_rar_gr1+vento_18	17880.6	872.122	524.06	748.45	2630.17	
SLE_rar_gr2+vento_19	11988.6	5.82673	382.653	0	1226.73	
SLE_rar_gr3+vento_20	17880.6	1738.42	524.031	1138.28	2630.01	
SLE_rar_gr4+vento_21	15341.4	1045.38	463.096	682.969	2066.7	
SLE_rar_vento_gr1_22	16611	702.747	649.328	598.76	3121.35	
SLE_rar_vento_gr2_23	11897.4	9.71121	558.827	0	2008.77	
SLE_rar_vento_gr3_24	16611	1395.78	649.304	910.626	3121.21	
SLE_rar_vento_gr4_25	15341.4	1049.27	658.831	682.969	2857.6	

SLE_fre_gr1_Treno_27	16611	693.036	133.333	598.76	1132.09
SLE_fre_gr2_Scarico_28	11897.4	0	57.9153	0	26.3038
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	16611	1386.07	133.309	910.626	1131.96
SLE_fre_gr4_centrif_30	15341.4	1039.55	141.25	682.969	867.629
SLE_fre_gr1+vento_31	16611	694.978	231.2	598.76	1527.54
SLE_fre_gr2+vento_32	11897.4	1.94224	155.783	0	421.756
SLE_fre_gr3+vento_33	16611	1388.01	231.177	910.626	1527.41
SLE_fre_gr4+vento_34	15341.4	1041.5	239.118	682.969	1263.08
SLE_fre_vento_gr1_35	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9
SLE_fre_vento_gr2_36	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9
SLE_fre_vento_gr3_37	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9
SLE_fre_vento_gr4_38	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9
SLE_fre_gr1_temp39	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_fre_gr2_temp40	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_fre_gr3_temp41	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_fre_gr3_temp42	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_qp_gr1_Treno_44	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr2_Scarico_45	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr4_centrif_47	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr1+vento_48	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr2+vento_49	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr3+vento_50	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr4+vento_51	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr1_52	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr2_53	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr3_54	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr4_55	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr1_temp56	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr2_temp57	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr3_temp58	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr3_temp59	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
E_103x_SLV_q=1.5_60	12351.7	7716.55	1937.59	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	12351.7	2316.33	6078.51	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	14262.9	2316.33	1937.59	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	12351.7	8488.01	2115.06	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	12351.7	2547.76	6670.07	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	14262.9	2547.76	2115.06	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	12351.7	11557.9	2820.62	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	12351.7	3468.74	9021.95	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	14262.9	3468.74	2820.62	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	11796.4	5342.32	1279.05	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	11796.4	1604.06	3883.38	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	12411.9	1604.06	1279.05	0	0



**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	35779.2	1256.13	448.52	15907.6	7437.53
A1_SLU_gr2_Scarico_2	27235.8	0	140.959	0	1727.19
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	35779.2	2512.26	448.478	31295.1	7436.79
A1_SLU_gr4_centrif_4	32097.3	1507.35	315.941	18777.1	5036.17
A1_SLU_gr1+vento_5	35779.2	1264.87	888.925	16010.7	14413.8
A1_SLU_gr2+vento_6	27235.8	8.74009	581.364	103.133	8703.5
A1_SLU_gr3+vento_7	35779.2	2521	888.882	31398.3	14413.1
A1_SLU_gr4+vento_8	32097.3	1516.09	756.345	18880.2	12012.5
A1_SLU_vento_gr1_9	33938.3	1019.47	1039.81	12897.9	16927.7
A1_SLU_vento_gr2_10	27103.6	14.5668	842.966	171.888	12962.3
A1_SLU_vento_gr3_11	33938.3	2024.37	1039.77	25208	16927.1
A1_SLU_vento_gr4_12	32097.3	1521.92	1049.95	18949	16663.3
SLE_rar_gr1_Treno_14	25521.1	866.295	230.457	10970.7	4163.21
SLE_rar_gr2_Scarico_15	19629.2	0	89.05	0	1091.17
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	25521.1	1732.59	230.428	21582.8	4162.7
SLE_rar_gr4_centrif_17	22981.9	1039.55	169.493	12949.7	2880.36
SLE_rar_gr1+vento_18	25521.1	872.122	524.06	11039.5	8814.08
SLE_rar_gr2+vento_19	19629.2	5.82673	382.653	68.7554	5742.04
SLE_rar_gr3+vento_20	25521.1	1738.42	524.031	21651.6	8813.57
SLE_rar_gr4+vento_21	22981.9	1045.38	463.096	13018.5	7531.23
SLE_rar_vento_gr1_22	24251.5	702.747	649.328	8891.18	10783.4
SLE_rar_vento_gr2_23	19538	9.71121	558.827	114.592	8602.93
SLE_rar_vento_gr3_24	24251.5	1395.78	649.304	17380.9	10783
SLE_rar_vento_gr4_25	22981.9	1049.27	658.831	13064.3	10631.8
SLE_fre_gr1_Treno_27	24251.5	693.036	133.333	8776.58	2705.41
SLE_fre_gr2_Scarico_28	19538	0	57.9153	0	709.705
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	24251.5	1386.07	133.309	17266.3	2705
SLE_fre_gr4_centrif_30	22981.9	1039.55	141.25	12949.7	2534.38
SLE_fre_gr1+vento_31	24251.5	694.978	231.2	8799.5	4255.7
SLE_fre_gr2+vento_32	19538	1.94224	155.783	22.9185	2259.99
SLE_fre_gr3+vento_33	24251.5	1388.01	231.177	17289.2	4255.29
SLE_fre_gr4+vento_34	22981.9	1041.5	239.118	12972.6	4084.67
SLE_fre_vento_gr1_35	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46

SLE_fre_vento_gr2_36	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46
SLE_fre_vento_gr3_37	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46
SLE_fre_vento_gr4_38	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46
SLE_fre_gr1_temp39	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_fre_gr2_temp40	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_fre_gr3_temp41	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_fre_gr3_temp42	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_qp_gr1_Treno_44	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr2_Scarico_45	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr4_centrif_47	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr1+vento_48	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr2+vento_49	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr3+vento_50	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr4+vento_51	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr1_52	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr2_53	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr3_54	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr4_55	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr1_temp56	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr2_temp57	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr3_temp58	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr3_temp59	19173.2	0	65.0394	0	796.733
E_103x_SLV_q=1.5_60	19992.3	7716.55	1937.59	96535.4	27890.7
E_103y_SLV_q=1.5_61	19992.3	2316.33	6078.51	28960.6	91978
E_103z_SLV_q=1.5_62	21903.5	2316.33	1937.59	28960.6	27890.7
E_103x_SLV_q=1.36_63	19992.3	8488.01	2115.06	106189	30637.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	19992.3	2547.76	6670.07	31856.7	101133
E_103z_SLV_q=1.36_65	21903.5	2547.76	2115.06	31856.7	30637.3
E_103x_SLV_q=1_66	19992.3	11557.9	2820.62	144625	41572.6
E_103y_SLV_q=1_67	19992.3	3468.74	9021.95	43387.6	137584
E_103z_SLV_q=1_68	21903.5	3468.74	2820.62	43387.6	41572.6
E_103x_SLD_q=1_69	19436.9	5342.32	1279.05	66831.9	17691.1
E_103y_SLD_q=1_70	19436.9	1604.06	3883.38	20049.6	57979.4
E_103z_SLD_q=1_71	20052.4	1604.06	1279.05	20049.6	17691.1

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	52873.2	1256.13	448.52	19675.9	8783.09
A1_SLU_gr2_Scarico_2	44329.8	0	140.959	0	2150.07
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	52873.2	2512.26	448.478	38831.9	8782.23
A1_SLU_gr4_centrif_4	49191.4	1507.35	315.941	23299.1	5983.99
A1_SLU_gr1+vento_5	52873.2	1264.87	888.925	19805.3	17080.6
A1_SLU_gr2+vento_6	44329.8	8.74009	581.364	129.353	10447.6
A1_SLU_gr3+vento_7	52873.2	2521	888.882	38961.2	17079.7
A1_SLU_gr4+vento_8	49191.4	1516.09	756.345	23428.5	14281.5
A1_SLU_vento_gr1_9	51032.3	1019.47	1039.81	15956.3	20047.1
A1_SLU_vento_gr2_10	44197.6	14.5668	842.966	215.589	15491.2
A1_SLU_vento_gr3_11	51032.3	2024.37	1039.77	31281.1	20046.4
A1_SLU_vento_gr4_12	49191.4	1521.92	1049.95	23514.7	19813.2
SLE_rar_gr1_Treno_14	38183.4	866.295	230.457	13569.6	4854.59
SLE_rar_gr2_Scarico_15	32291.4	0	89.05	0	1358.32
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	38183.4	1732.59	230.428	26780.6	4853.99
SLE_rar_gr4_centrif_17	35644.2	1039.55	169.493	16068.4	3388.84
SLE_rar_gr1+vento_18	38183.4	872.122	524.06	13655.9	10386.3
SLE_rar_gr2+vento_19	32291.4	5.82673	382.653	86.2355	6889.99
SLE_rar_gr3+vento_20	38183.4	1738.42	524.031	26866.8	10385.7
SLE_rar_gr4+vento_21	35644.2	1045.38	463.096	16154.6	8920.52
SLE_rar_vento_gr1_22	36913.8	702.747	649.328	10999.4	12731.4
SLE_rar_vento_gr2_23	32200.2	9.71121	558.827	143.726	10279.4
SLE_rar_vento_gr3_24	36913.8	1395.78	649.304	21568.2	12730.9
SLE_rar_vento_gr4_25	35644.2	1049.27	658.831	16212.1	12608.3
SLE_fre_gr1_Treno_27	36913.8	693.036	133.333	10855.7	3105.41
SLE_fre_gr2_Scarico_28	32200.2	0	57.9153	0	883.451
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	36913.8	1386.07	133.309	21424.5	3104.93
SLE_fre_gr4_centrif_30	35644.2	1039.55	141.25	16068.4	2958.13
SLE_fre_gr1+vento_31	36913.8	694.978	231.2	10884.4	4949.3
SLE_fre_gr2+vento_32	32200.2	1.94224	155.783	28.7452	2727.34
SLE_fre_gr3+vento_33	36913.8	1388.01	231.177	21453.2	4948.82
SLE_fre_gr4+vento_34	35644.2	1041.5	239.118	16097.1	4802.03
SLE_fre_vento_gr1_35	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58
SLE_fre_vento_gr2_36	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58

SLE_fre_vento_gr3_37	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58
SLE_fre_vento_gr4_38	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58
SLE_fre_gr1_temp39	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_fre_gr2_temp40	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_fre_gr3_temp41	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_fre_gr3_temp42	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_qp_gr1_Treno_44	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr2_Scarico_45	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr4_centrif_47	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr1+vento_48	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr2+vento_49	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr3+vento_50	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr4+vento_51	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr1_52	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr2_53	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr3_54	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr4_55	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr1_temp56	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr2_temp57	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr3_temp58	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr3_temp59	31835.4	0	65.0394	0	991.851
E_103x_SLV_q=1.5_60	32824.7	9188.78	2379.25	124102	35028.5
E_103y_SLV_q=1.5_61	32824.7	3788.55	6520.17	40326.3	111539
E_103z_SLV_q=1.5_62	35133	3788.55	2379.25	40326.3	35028.5
E_103x_SLV_q=1.36_63	32824.7	9960.24	2556.72	136070	38307.5
E_103y_SLV_q=1.36_64	32824.7	4019.99	7111.73	43916.7	122469
E_103z_SLV_q=1.36_65	35133	4019.99	2556.72	43916.7	38307.5
E_103x_SLV_q=1_66	32824.7	13030.2	3262.29	183716	51359.5
E_103y_SLV_q=1_67	32824.7	4940.97	9463.61	58210.5	165975
E_103z_SLV_q=1_68	35133	4940.97	3262.29	58210.5	51359.5
E_103x_SLD_q=1_69	32157.2	6060.6	1494.53	85013.7	22174.7
E_103y_SLD_q=1_70	32157.2	2322.34	4098.86	27016.6	70276
E_103z_SLD_q=1_71	32908	2322.34	1494.53	27016.6	22174.7

6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	21681.3	1256.13	312.33	5188.25	1761.76
A1_SLU_gr2_Scarico_73	16921.1	0	140.959	0	63.8701
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	21681.3	2512.26	312.287	5753.51	1761.52
A1_SLU_gr4_centrif_75	19512.7	1507.35	234.226	3452.11	1078.13
A1_SLU_gr1+vento_76	21681.3	1264.87	752.734	5188.25	3541.29
A1_SLU_gr2+vento_77	16921.1	8.74009	581.364	0	1843.41
A1_SLU_gr3+vento_78	21681.3	2521	752.692	5753.51	3541.05
A1_SLU_gr4+vento_79	19512.7	1516.09	674.631	3452.11	2857.66
A1_SLU_vento_gr1_80	20597	1019.47	952.643	4150.6	4361.24
A1_SLU_vento_gr2_81	16788.8	14.5668	842.966	0	3015.27
A1_SLU_vento_gr3_82	20597	2024.37	952.609	4602.81	4361.05
A1_SLU_vento_gr4_83	19512.7	1521.92	968.233	3452.11	4044.02
SLE_rar_gr1_Treno_85	15271.6	866.295	167.841	3578.11	1193.6
SLE_rar_gr2_Scarico_86	11988.6	0	89.05	0	40.3749
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	15271.6	1732.59	167.812	3967.94	1193.44
SLE_rar_gr4_centrif_88	13776	1039.55	131.924	2380.76	730.21
SLE_rar_gr1+vento_89	15271.6	872.122	461.444	3578.11	2379.96
SLE_rar_gr2+vento_90	11988.6	5.82673	382.653	0	1226.73
SLE_rar_gr3+vento_91	15271.6	1738.42	461.415	3967.94	2379.8
SLE_rar_gr4+vento_92	13776	1045.38	425.526	2380.76	1916.57
SLE_rar_vento_gr1_93	14523.8	702.747	609.253	2862.49	2925.68
SLE_rar_vento_gr2_94	11897.4	9.71121	558.827	0	2008.77
SLE_rar_vento_gr3_95	14523.8	1395.78	609.23	3174.35	2925.55
SLE_rar_vento_gr4_96	13776	1049.27	621.262	2380.76	2707.47
SLE_fre_gr1_Treno_98	14523.8	693.036	99.9373	2862.49	939.431
SLE_fre_gr2_Scarico_99	11897.4	0	57.9153	0	26.3038
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	14523.8	1386.07	99.9137	3174.35	939.3
SLE_fre_gr4_centrif_101	13776	1039.55	109.942	2380.76	720.319
SLE_fre_gr1+vento_102	14523.8	694.978	197.805	2862.49	1334.88
SLE_fre_gr2+vento_103	11897.4	1.94224	155.783	0	421.756
SLE_fre_gr3+vento_104	14523.8	1388.01	197.781	3174.35	1334.75
SLE_fre_gr4+vento_105	13776	1041.5	207.81	2380.76	1115.77

SLE_fre_vento_gr1_106	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9
SLE_fre_vento_gr2_107	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9
SLE_fre_vento_gr3_108	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9
SLE_fre_vento_gr4_109	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9
SLE_fre_gr1_temp110	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_fre_gr2_temp111	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_fre_gr3_temp112	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_fre_gr3_temp113	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_qp_gr1_Treno_115	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr2_Scarico_116	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr4_centrif_118	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr1+vento_119	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr2+vento_120	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr3+vento_121	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr4+vento_122	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr1_123	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr2_124	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr3_125	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr4_126	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr1_temp127	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr2_temp128	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr3_temp129	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr3_temp130	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
E_103x_SLV_q=1.5_131	12351.7	7716.55	1937.59	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	12351.7	2316.33	6078.51	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	14262.9	2316.33	1937.59	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	12351.7	8488.01	2115.06	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	12351.7	2547.76	6670.07	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	14262.9	2547.76	2115.06	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	12351.7	11557.9	2820.62	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	12351.7	3468.74	9021.95	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	14262.9	3468.74	2820.62	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	11717.6	3435.92	1180.29	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	11717.6	1032.14	3554.18	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	12149.2	1032.14	1180.29	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	31996.1	1256.13	312.33	20010.6	5447.25
A1_SLU_gr2_Scarico_73	27235.8	0	140.959	0	1727.19
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	31996.1	2512.26	312.287	35398.1	5446.51
A1_SLU_gr4_centrif_75	29827.5	1507.35	234.226	21238.9	3842
A1_SLU_gr1+vento_76	31996.1	1264.87	752.734	20113.7	12423.6
A1_SLU_gr2+vento_77	27235.8	8.74009	581.364	103.133	8703.5
A1_SLU_gr3+vento_78	31996.1	2521	752.692	35501.3	12422.8
A1_SLU_gr4+vento_79	29827.5	1516.09	674.631	21342	10818.3
A1_SLU_vento_gr1_80	30911.8	1019.47	952.643	16180.3	15602.4
A1_SLU_vento_gr2_81	27103.6	14.5668	842.966	171.888	12962.3
A1_SLU_vento_gr3_82	30911.8	2024.37	952.609	28490.4	15601.8
A1_SLU_vento_gr4_83	29827.5	1521.92	968.233	21410.8	15469.2
SLE_rar_gr1_Treno_85	22912.1	866.295	167.841	13800.4	3174.13
SLE_rar_gr2_Scarico_86	19629.2	0	89.05	0	1091.17
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	22912.1	1732.59	167.812	24412.5	3173.62
SLE_rar_gr4_centrif_88	21416.5	1039.55	131.924	14647.5	2286.91
SLE_rar_gr1+vento_89	22912.1	872.122	461.444	13869.1	7825
SLE_rar_gr2+vento_90	19629.2	5.82673	382.653	68.7554	5742.04
SLE_rar_gr3+vento_91	22912.1	1738.42	461.415	24481.3	7824.49
SLE_rar_gr4+vento_92	21416.5	1045.38	425.526	14716.3	6937.78
SLE_rar_vento_gr1_93	22164.3	702.747	609.253	11154.9	10114.9
SLE_rar_vento_gr2_94	19538	9.71121	558.827	114.592	8602.93
SLE_rar_vento_gr3_95	22164.3	1395.78	609.23	19644.6	10114.5
SLE_rar_vento_gr4_96	21416.5	1049.27	621.262	14762.1	10038.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	22164.3	693.036	99.9373	11040.3	2118.69
SLE_fre_gr2_Scarico_99	19538	0	57.9153	0	709.705
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	22164.3	1386.07	99.9137	19530	2118.28
SLE_fre_gr4_centrif_101	21416.5	1039.55	109.942	14647.5	2017.64
SLE_fre_gr1+vento_102	22164.3	694.978	197.805	11063.2	3668.98
SLE_fre_gr2+vento_103	19538	1.94224	155.783	22.9185	2259.99
SLE_fre_gr3+vento_104	22164.3	1388.01	197.781	19552.9	3668.57
SLE_fre_gr4+vento_105	21416.5	1041.5	207.81	14670.4	3567.93
SLE_fre_vento_gr1_106	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46

SLE_fre_vento_gr2_107	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46
SLE_fre_vento_gr3_108	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46
SLE_fre_vento_gr4_109	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46
SLE_fre_gr1_temp110	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_fre_gr2_temp111	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_fre_gr3_temp112	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_fre_gr3_temp113	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_qp_gr1_Treno_115	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr2_Scarico_116	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr4_centrif_118	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr1+vento_119	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr2+vento_120	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr3+vento_121	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr4+vento_122	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr1_123	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr2_124	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr3_125	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr4_126	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr1_temp127	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr2_temp128	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr3_temp129	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr3_temp130	19173.2	0	65.0394	0	796.733
E_103x_SLV_q=1.5_131	19992.3	7716.55	1937.59	96535.4	27890.7
E_103y_SLV_q=1.5_132	19992.3	2316.33	6078.51	28960.6	91978
E_103z_SLV_q=1.5_133	21903.5	2316.33	1937.59	28960.6	27890.7
E_103x_SLV_q=1.36_134	19992.3	8488.01	2115.06	106189	30637.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	19992.3	2547.76	6670.07	31856.7	101133
E_103z_SLV_q=1.36_136	21903.5	2547.76	2115.06	31856.7	30637.3
E_103x_SLV_q=1_137	19992.3	11557.9	2820.62	144625	41572.6
E_103y_SLV_q=1_138	19992.3	3468.74	9021.95	43387.6	137584
E_103z_SLV_q=1_139	21903.5	3468.74	2820.62	43387.6	41572.6
E_103x_SLD_q=1_140	19358.1	3435.92	1180.29	42334.2	15441.8
E_103y_SLD_q=1_141	19358.1	1032.14	3554.18	12700.3	50481.7
E_103z_SLD_q=1_142	19789.7	1032.14	1180.29	12700.3	15441.8



**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	49090.1	1256.13	312.33	23778.9	6384.24
A1_SLU_gr2_Scarico_73	44329.8	0	140.959	0	2150.07
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	49090.1	2512.26	312.287	42934.9	6383.37
A1_SLU_gr4_centrif_75	46921.5	1507.35	234.226	25760.9	4544.68
A1_SLU_gr1+vento_76	49090.1	1264.87	752.734	23908.3	14681.8
A1_SLU_gr2+vento_77	44329.8	8.74009	581.364	129.353	10447.6
A1_SLU_gr3+vento_78	49090.1	2521	752.692	43064.2	14680.9
A1_SLU_gr4+vento_79	46921.5	1516.09	674.631	25890.3	12842.2
A1_SLU_vento_gr1_80	48005.8	1019.47	952.643	19238.7	18460.4
A1_SLU_vento_gr2_81	44197.6	14.5668	842.966	215.589	15491.2
A1_SLU_vento_gr3_82	48005.8	2024.37	952.609	34563.5	18459.7
A1_SLU_vento_gr4_83	46921.5	1521.92	968.233	25976.5	18373.9
SLE_rar_gr1_Treno_85	35574.4	866.295	167.841	16399.3	3677.65
SLE_rar_gr2_Scarico_86	32291.4	0	89.05	0	1358.32
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	35574.4	1732.59	167.812	29610.3	3677.05
SLE_rar_gr4_centrif_88	34078.8	1039.55	131.924	17766.2	2682.68
SLE_rar_gr1+vento_89	35574.4	872.122	461.444	16485.5	9209.33
SLE_rar_gr2+vento_90	32291.4	5.82673	382.653	86.2355	6889.99
SLE_rar_gr3+vento_91	35574.4	1738.42	461.415	29696.5	9208.73
SLE_rar_gr4+vento_92	34078.8	1045.38	425.526	17852.4	8214.36
SLE_rar_vento_gr1_93	34826.6	702.747	609.253	13263.1	11942.6
SLE_rar_vento_gr2_94	32200.2	9.71121	558.827	143.726	10279.4
SLE_rar_vento_gr3_95	34826.6	1395.78	609.23	23831.9	11942.2
SLE_rar_vento_gr4_96	34078.8	1049.27	621.262	17909.9	11902.1
SLE_fre_gr1_Treno_98	34826.6	693.036	99.9373	13119.4	2418.5
SLE_fre_gr2_Scarico_99	32200.2	0	57.9153	0	883.451
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	34826.6	1386.07	99.9137	23688.2	2418.02
SLE_fre_gr4_centrif_101	34078.8	1039.55	109.942	17766.2	2347.46
SLE_fre_gr1+vento_102	34826.6	694.978	197.805	13148.2	4262.4
SLE_fre_gr2+vento_103	32200.2	1.94224	155.783	28.7452	2727.34
SLE_fre_gr3+vento_104	34826.6	1388.01	197.781	23717	4261.92
SLE_fre_gr4+vento_105	34078.8	1041.5	207.81	17794.9	4191.36
SLE_fre_vento_gr1_106	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58

SLE_fre_vento_gr2_107	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58
SLE_fre_vento_gr3_108	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58
SLE_fre_vento_gr4_109	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58
SLE_fre_gr1_temp110	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_fre_gr2_temp111	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_fre_gr3_temp112	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_fre_gr3_temp113	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_qp_gr1_Treno_115	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr2_Scarico_116	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr4_centrif_118	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr1+vento_119	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr2+vento_120	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr3+vento_121	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr4+vento_122	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr1_123	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr2_124	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr3_125	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr4_126	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr1_temp127	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr2_temp128	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr3_temp129	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr3_temp130	31835.4	0	65.0394	0	991.851
E_103x_SLV_q=1.5_131	32824.7	9188.78	2379.25	124102	35028.5
E_103y_SLV_q=1.5_132	32824.7	3788.55	6520.17	40326.3	111539
E_103z_SLV_q=1.5_133	35133	3788.55	2379.25	40326.3	35028.5
E_103x_SLV_q=1.36_134	32824.7	9960.24	2556.72	136070	38307.5
E_103y_SLV_q=1.36_135	32824.7	4019.99	7111.73	43916.7	122469
E_103z_SLV_q=1.36_136	35133	4019.99	2556.72	43916.7	38307.5
E_103x_SLV_q=1_137	32824.7	13030.2	3262.29	183716	51359.5
E_103y_SLV_q=1_138	32824.7	4940.97	9463.61	58210.5	165975
E_103z_SLV_q=1_139	35133	4940.97	3262.29	58210.5	51359.5
E_103x_SLD_q=1_140	32078.4	4154.2	1395.77	54796.8	19629.1
E_103y_SLD_q=1_141	32078.4	1750.42	3769.66	17951.5	61790.7
E_103z_SLD_q=1_142	32645.3	1750.42	1395.77	17951.5	19629.1

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	21117.7	1256.13	292.039	910.184	10333.3
A1_SLU_gr2_Scarico_144	16921.1	0	140.959	0	63.8701
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	21117.7	2512.26	291.996	1475.44	10333.1
A1_SLU_gr4_centrif_146	19174.6	1507.35	222.052	885.265	6221.07
A1_SLU_gr1+vento_147	21117.7	1264.87	732.443	910.184	12112.9
A1_SLU_gr2+vento_148	16921.1	8.74009	581.364	0	1843.41
A1_SLU_gr3+vento_149	21117.7	2521	732.4	1475.44	12112.6
A1_SLU_gr4+vento_150	19174.6	1516.09	662.456	885.265	8000.61
A1_SLU_vento_gr1_151	20146.1	1019.47	939.657	728.147	11220
A1_SLU_vento_gr2_152	16788.8	14.5668	842.966	0	3015.27
A1_SLU_vento_gr3_153	20146.1	2024.37	939.623	1180.35	11219.8
A1_SLU_vento_gr4_154	19174.6	1521.92	956.059	885.265	9186.97
SLE_rar_gr1_Treno_156	14882.8	866.295	158.512	627.713	7107.14
SLE_rar_gr2_Scarico_157	11988.6	0	89.05	0	40.3749
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14882.8	1732.59	158.482	1017.55	7106.97
SLE_rar_gr4_centrif_159	13542.7	1039.55	126.326	610.528	4278.33
SLE_rar_gr1+vento_160	14882.8	872.122	452.115	627.713	8293.49
SLE_rar_gr2+vento_161	11988.6	5.82673	382.653	0	1226.73
SLE_rar_gr3+vento_162	14882.8	1738.42	452.085	1017.55	8293.33
SLE_rar_gr4+vento_163	13542.7	1045.38	419.929	610.528	5464.69
SLE_rar_vento_gr1_164	14212.8	702.747	603.283	502.171	7657.18
SLE_rar_vento_gr2_165	11897.4	9.71121	558.827	0	2008.77
SLE_rar_vento_gr3_166	14212.8	1395.78	603.259	814.037	7657.05
SLE_rar_vento_gr4_167	13542.7	1049.27	615.664	610.528	6255.59
SLE_fre_gr1_Treno_169	14212.8	693.036	94.9616	502.171	5671.38
SLE_fre_gr2_Scarico_170	11897.4	0	57.9153	0	26.3038
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	14212.8	1386.07	94.9381	814.037	5671.25
SLE_fre_gr4_centrif_172	13542.7	1039.55	105.278	610.528	4268.86
SLE_fre_gr1+vento_173	14212.8	694.978	192.829	502.171	6066.83
SLE_fre_gr2+vento_174	11897.4	1.94224	155.783	0	421.756
SLE_fre_gr3+vento_175	14212.8	1388.01	192.806	814.037	6066.7
SLE_fre_gr4+vento_176	13542.7	1041.5	203.145	610.528	4664.31
SLE_fre_vento_gr1_177	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9

SLE_fre_vento_gr2_178	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9
SLE_fre_vento_gr3_179	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9
SLE_fre_vento_gr4_180	11532.6	4.8556	309.708	0	1017.9
SLE_fre_gr1_temp181	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_fre_gr2_temp182	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_fre_gr3_temp183	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_fre_gr3_temp184	11532.6	1.94224	175.915	0	430.574
SLE_qp_gr1_Treno_186	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr2_Scarico_187	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr4_centrif_189	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr1+vento_190	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr2+vento_191	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr3+vento_192	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr4+vento_193	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr1_194	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr2_195	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr3_196	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_vento_gr4_197	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr1_temp198	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr2_temp199	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr3_temp200	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr3_temp201	11532.6	0	65.0394	0	29.2677
E_103x_SLV_q=1.5_202	12351.7	7716.55	1937.59	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	12351.7	2316.33	6078.51	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	14262.9	2316.33	1937.59	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	12351.7	8488.01	2115.06	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	12351.7	2547.76	6670.07	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	14262.9	2547.76	2115.06	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	12351.7	11557.9	2820.62	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	12351.7	3468.74	9021.95	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	14262.9	3468.74	2820.62	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	11717.6	3435.92	1180.29	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	11717.6	1032.14	3554.18	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	12149.2	1032.14	1180.29	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	31432.4	1256.13	292.039	15732.5	13779.4
A1_SLU_gr2_Scarico_144	27235.8	0	140.959	0	1727.19
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	31432.4	2512.26	291.996	31120.1	13778.6
A1_SLU_gr4_centrif_146	29489.3	1507.35	222.052	18672	8841.28
A1_SLU_gr1+vento_147	31432.4	1264.87	732.443	15835.6	20755.7
A1_SLU_gr2+vento_148	27235.8	8.74009	581.364	103.133	8703.5
A1_SLU_gr3+vento_149	31432.4	2521	732.4	31223.2	20755
A1_SLU_gr4+vento_150	29489.3	1516.09	662.456	18775.2	15817.6
A1_SLU_vento_gr1_151	30460.9	1019.47	939.657	12757.9	22307.9
A1_SLU_vento_gr2_152	27103.6	14.5668	842.966	171.888	12962.3
A1_SLU_vento_gr3_153	30460.9	2024.37	939.623	25067.9	22307.3
A1_SLU_vento_gr4_154	29489.3	1521.92	956.059	18843.9	20468.5
SLE_rar_gr1_Treno_156	22523.4	866.295	158.512	10850	8977.57
SLE_rar_gr2_Scarico_157	19629.2	0	89.05	0	1091.17
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	22523.4	1732.59	158.482	21462.1	8977.06
SLE_rar_gr4_centrif_159	21183.3	1039.55	126.326	12877.3	5768.98
SLE_rar_gr1+vento_160	22523.4	872.122	452.115	10918.7	13628.4
SLE_rar_gr2+vento_161	19629.2	5.82673	382.653	68.7554	5742.04
SLE_rar_gr3+vento_162	22523.4	1738.42	452.085	21530.9	13627.9
SLE_rar_gr4+vento_163	21183.3	1045.38	419.929	12946	10419.8
SLE_rar_vento_gr1_164	21853.3	702.747	603.283	8794.59	14775.9
SLE_rar_vento_gr2_165	19538	9.71121	558.827	114.592	8602.93
SLE_rar_vento_gr3_166	21853.3	1395.78	603.259	17284.3	14775.5
SLE_rar_vento_gr4_167	21183.3	1049.27	615.664	12991.9	13520.4
SLE_fre_gr1_Treno_169	21853.3	693.036	94.9616	8680	6791.92
SLE_fre_gr2_Scarico_170	19538	0	57.9153	0	709.705
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	21853.3	1386.07	94.9381	17169.7	6791.51
SLE_fre_gr4_centrif_172	21183.3	1039.55	105.278	12877.3	5511.13
SLE_fre_gr1+vento_173	21853.3	694.978	192.829	8702.91	8342.21
SLE_fre_gr2+vento_174	19538	1.94224	155.783	22.9185	2259.99
SLE_fre_gr3+vento_175	21853.3	1388.01	192.806	17192.6	8341.8
SLE_fre_gr4+vento_176	21183.3	1041.5	203.145	12900.2	7061.42
SLE_fre_vento_gr1_177	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46


SLE_fre_vento_gr2_178	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46
SLE_fre_vento_gr3_179	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46
SLE_fre_vento_gr4_180	19173.2	4.8556	309.708	57.2961	4672.46
SLE_fre_gr1_temp181	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_fre_gr2_temp182	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_fre_gr3_temp183	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_fre_gr3_temp184	19173.2	1.94224	175.915	22.9185	2506.37
SLE_qp_gr1_Treno_186	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr2_Scarico_187	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr4_centrif_189	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr1+vento_190	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr2+vento_191	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr3+vento_192	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr4+vento_193	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr1_194	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr2_195	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr3_196	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_vento_gr4_197	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02
SLE_qp_gr1_temp198	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr2_temp199	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr3_temp200	19173.2	0	65.0394	0	796.733
SLE_qp_gr3_temp201	19173.2	0	65.0394	0	796.733
E_103x_SLV_q=1.5_202	19992.3	7716.55	1937.59	96535.4	27890.7
E_103y_SLV_q=1.5_203	19992.3	2316.33	6078.51	28960.6	91978
E_103z_SLV_q=1.5_204	21903.5	2316.33	1937.59	28960.6	27890.7
E_103x_SLV_q=1.36_205	19992.3	8488.01	2115.06	106189	30637.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	19992.3	2547.76	6670.07	31856.7	101133
E_103z_SLV_q=1.36_207	21903.5	2547.76	2115.06	31856.7	30637.3
E_103x_SLV_q=1_208	19992.3	11557.9	2820.62	144625	41572.6
E_103y_SLV_q=1_209	19992.3	3468.74	9021.95	43387.6	137584
E_103z_SLV_q=1_210	21903.5	3468.74	2820.62	43387.6	41572.6
E_103x_SLD_q=1_211	19358.1	3435.92	1180.29	42334.2	15441.8
E_103y_SLD_q=1_212	19358.1	1032.14	3554.18	12700.3	50481.7
E_103z_SLD_q=1_213	19789.7	1032.14	1180.29	12700.3	15441.8

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	48526.5	1256.13	292.039	19500.9	14655.5
A1_SLU_gr2_Scarico_144	44329.8	0	140.959	0	2150.07
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	48526.5	2512.26	291.996	38656.8	14654.6
A1_SLU_gr4_centrif_146	46583.3	1507.35	222.052	23194.1	9507.44
A1_SLU_gr1+vento_147	48526.5	1264.87	732.443	19630.2	22953
A1_SLU_gr2+vento_148	44329.8	8.74009	581.364	129.353	10447.6
A1_SLU_gr3+vento_149	48526.5	2521	732.4	38786.2	22952.2
A1_SLU_gr4+vento_150	46583.3	1516.09	662.456	23323.4	17805
A1_SLU_vento_gr1_151	47554.9	1019.47	939.657	15816.3	25126.9
A1_SLU_vento_gr2_152	44197.6	14.5668	842.966	215.589	15491.2
A1_SLU_vento_gr3_153	47554.9	2024.37	939.623	31141	25126.2
A1_SLU_vento_gr4_154	46583.3	1521.92	956.059	23409.7	23336.6
SLE_rar_gr1_Treno_156	35185.6	866.295	158.512	13448.9	9453.11
SLE_rar_gr2_Scarico_157	32291.4	0	89.05	0	1358.32
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	35185.6	1732.59	158.482	26659.9	9452.51
SLE_rar_gr4_centrif_159	33845.5	1039.55	126.326	15995.9	6147.95
SLE_rar_gr1+vento_160	35185.6	872.122	452.115	13535.1	14984.8
SLE_rar_gr2+vento_161	32291.4	5.82673	382.653	86.2355	6889.99
SLE_rar_gr3+vento_162	35185.6	1738.42	452.085	26746.1	14984.2
SLE_rar_gr4+vento_163	33845.5	1045.38	419.929	16082.2	11679.6
SLE_rar_vento_gr1_164	34515.6	702.747	603.283	10902.8	16585.8
SLE_rar_vento_gr2_165	32200.2	9.71121	558.827	143.726	10279.4
SLE_rar_vento_gr3_166	34515.6	1395.78	603.259	21471.6	16585.3
SLE_rar_vento_gr4_167	33845.5	1049.27	615.664	16139.7	15367.4
SLE_fre_gr1_Treno_169	34515.6	693.036	94.9616	10759.1	7076.81
SLE_fre_gr2_Scarico_170	32200.2	0	57.9153	0	883.451
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	34515.6	1386.07	94.9381	21327.9	7076.33
SLE_fre_gr4_centrif_172	33845.5	1039.55	105.278	15995.9	5826.97
SLE_fre_gr1+vento_173	34515.6	694.978	192.829	10787.8	8920.7
SLE_fre_gr2+vento_174	32200.2	1.94224	155.783	28.7452	2727.34
SLE_fre_gr3+vento_175	34515.6	1388.01	192.806	21356.6	8920.22
SLE_fre_gr4+vento_176	33845.5	1041.5	203.145	16024.7	7670.86
SLE_fre_vento_gr1_177	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58

SLE_fre_vento_gr2_178	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58
SLE_fre_vento_gr3_179	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58
SLE_fre_vento_gr4_180	31835.4	4.8556	309.708	71.8629	5601.58
SLE_fre_gr1_temp181	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_fre_gr2_temp182	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_fre_gr3_temp183	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_fre_gr3_temp184	31835.4	1.94224	175.915	28.7452	3034.11
SLE_qp_gr1_Treno_186	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr2_Scarico_187	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr4_centrif_189	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr1+vento_190	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr2+vento_191	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr3+vento_192	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr4+vento_193	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr1_194	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr2_195	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr3_196	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_vento_gr4_197	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74
SLE_qp_gr1_temp198	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr2_temp199	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr3_temp200	31835.4	0	65.0394	0	991.851
SLE_qp_gr3_temp201	31835.4	0	65.0394	0	991.851
E_103x_SLV_q=1.5_202	32824.7	9188.78	2379.25	124102	35028.5
E_103y_SLV_q=1.5_203	32824.7	3788.55	6520.17	40326.3	111539
E_103z_SLV_q=1.5_204	35133	3788.55	2379.25	40326.3	35028.5
E_103x_SLV_q=1.36_205	32824.7	9960.24	2556.72	136070	38307.5
E_103y_SLV_q=1.36_206	32824.7	4019.99	7111.73	43916.7	122469
E_103z_SLV_q=1.36_207	35133	4019.99	2556.72	43916.7	38307.5
E_103x_SLV_q=1_208	32824.7	13030.2	3262.29	183716	51359.5
E_103y_SLV_q=1_209	32824.7	4940.97	9463.61	58210.5	165975
E_103z_SLV_q=1_210	35133	4940.97	3262.29	58210.5	51359.5
E_103x_SLD_q=1_211	32078.4	4154.2	1395.77	54796.8	19629.1
E_103y_SLD_q=1_212	32078.4	1750.42	3769.66	17951.5	61790.7
E_103z_SLD_q=1_213	32645.3	1750.42	1395.77	17951.5	19629.1



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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		17880.6	866.295	230.457	748.45	1443.82
SLE_rar_gr3+vento_20		17880.6	1738.42	524.031	1138.28	2630.01
SLE_rar_vento_gr4_25		15341.4	1049.27	658.831	682.969	2857.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		17880.6	1732.59	230.428	1138.28	1443.65
SLE_rar_vento_gr1_22		16611	702.747	649.328	598.76	3121.35
SLE_rar_gr4_centrif_17		15341.4	1039.55	169.493	682.969	880.338
SLE_rar_vento_gr4_25		15341.4	1049.27	169.493	682.969	2857.6
SLE_rar_vento_gr4_25		15341.4	1049.27	658.831	682.969	2857.6
SLE_rar_gr4_centrif_17		15341.4	1039.55	169.493	682.969	880.338
SLE_rar_vento_gr4_25		15341.4	1049.27	658.831	682.969	2857.6
SLE_qp_gr1_Treno_44		11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr1+vento_48		11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr1+vento_48		11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
SLE_qp_gr1_Treno_44		11532.6	0	65.0394	0	29.2677
SLE_qp_gr1+vento_48		11532.6	1.94224	162.907	0	424.72
E_103x_SLD_q=1_69		11796.4	5342.32	1279.05	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		11796.4	1604.06	3883.38	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		12411.9	1604.06	1279.05	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	25521.1	866.295	230.457	10970.7	4163.21	
SLE_rar_gr3+vento_20	25521.1	1738.42	524.031	21651.6	8813.57	
SLE_rar_vento_gr4_25	22981.9	1049.27	658.831	13064.3	10631.8	
SLE_rar_gr3+vento_20	25521.1	1738.42	524.031	21651.6	8813.57	
SLE_rar_vento_gr1_22	24251.5	702.747	649.328	8891.18	10783.4	
SLE_rar_gr4_centrif_17	22981.9	1039.55	169.493	12949.7	2880.36	
SLE_rar_vento_gr4_25	22981.9	1049.27	658.831	13064.3	10631.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	22981.9	1049.27	658.831	13064.3	10631.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	22981.9	1049.27	658.831	13064.3	10631.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	22981.9	1049.27	658.831	13064.3	10631.8	
SLE_qp_gr1_Treno_44	19173.2	0	65.0394	0	796.733	
SLE_qp_gr1+vento_48	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02	
SLE_qp_gr1+vento_48	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02	
SLE_qp_gr1+vento_48	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02	
SLE_qp_gr1+vento_48	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02	
E_103x_SLD_q=1_69	19436.9	5342.32	1279.05	66831.9	17691.1	
E_103y_SLD_q=1_70	19436.9	1604.06	3883.38	20049.6	57979.4	
E_103z_SLD_q=1_71	20052.4	1604.06	1279.05	20049.6	17691.1	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	38183.4	866.295	230.457	13569.6	4854.59	
SLE_rar_gr3+vento_20	38183.4	1738.42	524.031	26866.8	10385.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	35644.2	1049.27	658.831	16212.1	12608.3	
SLE_rar_gr3+vento_20	38183.4	1738.42	524.031	26866.8	10385.7	
SLE_rar_vento_gr1_22	36913.8	702.747	649.328	10999.4	12731.4	
SLE_rar_gr4_centrif_17	35644.2	1039.55	169.493	16068.4	3388.84	
SLE_rar_vento_gr4_25	35644.2	1049.27	658.831	16212.1	12608.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	35644.2	1049.27	658.831	16212.1	12608.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	35644.2	1049.27	658.831	16212.1	12608.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	35644.2	1049.27	658.831	16212.1	12608.3	
SLE_qp_gr1_Treno_44	31835.4	0	65.0394	0	991.851	
SLE_qp_gr1+vento_48	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74	
SLE_qp_gr1+vento_48	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74	
SLE_qp_gr1+vento_48	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74	
SLE_qp_gr1+vento_48	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74	
E_103x_SLD_q=1_69	32157.2	6060.6	1494.53	85013.7	22174.7	
E_103y_SLD_q=1_70	32157.2	2322.34	4098.86	27016.6	70276	
E_103z_SLD_q=1_71	32908	2322.34	1494.53	27016.6	22174.7	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		15271.6	866.295	167.841	3578.11	1193.6	
SLE_rar_gr3+vento_91		15271.6	1738.42	461.415	3967.94	2379.8	
SLE_rar_vento_gr4_96		13776	1049.27	621.262	2380.76	2707.47	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		15271.6	1732.59	167.812	3967.94	1193.44	
SLE_rar_vento_gr1_93		14523.8	702.747	609.253	2862.49	2925.68	
SLE_rar_gr4_centrif_88		13776	1039.55	131.924	2380.76	730.21	
SLE_rar_vento_gr4_96		13776	1049.27	621.262	2380.76	2707.47	
SLE_rar_vento_gr4_96		13776	1049.27	621.262	2380.76	2707.47	
SLE_rar_gr4_centrif_88		13776	1039.55	131.924	2380.76	730.21	
SLE_rar_vento_gr4_96		13776	1049.27	621.262	2380.76	2707.47	
SLE_qp_gr1_Treno_115		11532.6	0	65.0394	0	29.2677	
SLE_qp_gr1+vento_119		11532.6	1.94224	162.907	0	424.72	
SLE_qp_gr1+vento_119		11532.6	1.94224	162.907	0	424.72	
SLE_qp_gr1_Treno_115		11532.6	0	65.0394	0	29.2677	
SLE_qp_gr1+vento_119		11532.6	1.94224	162.907	0	424.72	
E_103x_SLD_q=1_140		11717.6	3435.92	1180.29	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		11717.6	1032.14	3554.18	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		12149.2	1032.14	1180.29	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	22912.1	866.295	230.457	10970.7	4163.21	
SLE_rar_gr3+vento_91	22912.1	1738.42	461.415	24481.3	7824.49	
SLE_rar_vento_gr4_96	21416.5	1049.27	621.262	14762.1	10038.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	22912.1	1738.42	461.415	24481.3	7824.49	
SLE_rar_vento_gr1_93	22164.3	702.747	609.253	11154.9	10114.9	
SLE_rar_gr4_centrif_88	21416.5	1039.55	131.924	14647.5	2286.91	
SLE_rar_vento_gr4_96	21416.5	1049.27	621.262	14762.1	10038.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	21416.5	1049.27	621.262	14762.1	10038.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	21416.5	1049.27	621.262	14762.1	10038.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	21416.5	1049.27	621.262	14762.1	10038.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115	19173.2	0	65.0394	0	796.733	
SLE_qp_gr1+vento_119	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02	
SLE_qp_gr1+vento_119	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02	
SLE_qp_gr1+vento_119	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02	
SLE_qp_gr1+vento_119	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02	
E_103x_SLD_q=1_140	19358.1	3435.92	1180.29	42334.2	15441.8	
E_103y_SLD_q=1_141	19358.1	1032.14	3554.18	12700.3	50481.7	
E_103z_SLD_q=1_142	19789.7	1032.14	1180.29	12700.3	15441.8	


BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	35574.4	866.295	230.457	13569.6	4854.59	
SLE_rar_gr3+vento_91	35574.4	1738.42	461.415	29696.5	9208.73	
SLE_rar_vento_gr4_96	34078.8	1049.27	621.262	17909.9	11902.1	
SLE_rar_gr3+vento_91	35574.4	1738.42	461.415	29696.5	9208.73	
SLE_rar_vento_gr1_93	34826.6	702.747	609.253	13263.1	11942.6	
SLE_rar_gr4_centrif_88	34078.8	1039.55	131.924	17766.2	2682.68	
SLE_rar_vento_gr4_96	34078.8	1049.27	621.262	17909.9	11902.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	34078.8	1049.27	621.262	17909.9	11902.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	34078.8	1049.27	621.262	17909.9	11902.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	34078.8	1049.27	621.262	17909.9	11902.1	
SLE_qp_gr1_Treno_115	31835.4	0	65.0394	0	991.851	
SLE_qp_gr1+vento_119	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74	
SLE_qp_gr1+vento_119	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74	
SLE_qp_gr1+vento_119	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74	
SLE_qp_gr1+vento_119	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74	
E_103x_SLD_q=1_140	32078.4	4154.2	1395.77	54796.8	19629.1	
E_103y_SLD_q=1_141	32078.4	1750.42	3769.66	17951.5	61790.7	
E_103z_SLD_q=1_142	32645.3	1750.42	1395.77	17951.5	19629.1	

Configurazione3

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	14882.8	866.295	158.512	627.713	7107.14	
SLE_rar_gr3+vento_162	14882.8	1738.42	452.085	1017.55	8293.33	
SLE_rar_vento_gr4_167	13542.7	1049.27	615.664	610.528	6255.59	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14882.8	1732.59	158.482	1017.55	7106.97	
SLE_rar_gr1+vento_160	14882.8	872.122	452.115	627.713	8293.49	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13542.7	1039.55	126.326	610.528	4278.33	
SLE_rar_vento_gr4_167	13542.7	1049.27	615.664	610.528	6255.59	
SLE_rar_vento_gr4_167	13542.7	1049.27	615.664	610.528	6255.59	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13542.7	1039.55	126.326	610.528	4278.33	
SLE_rar_vento_gr4_167	13542.7	1049.27	615.664	610.528	6255.59	
SLE_qp_gr1_Treno_186	11532.6	0	65.0394	0	29.2677	
SLE_qp_gr1+vento_190	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72	
SLE_qp_gr1+vento_190	11532.6	1.94224	162.907	0	424.72	
SLE_qp_gr1_Treno_186	11532.6	0	65.0394	0	29.2677	
SLE_qp_gr1+vento_190	11532.6	1.94224	162.907	162.907	424.72	
E_103x_SLD_q=1_211	11717.6	3435.92	1180.29	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	11717.6	1032.14	3554.18	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	12149.2	1032.14	1180.29	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	22523.4	866.295	158.512	10850	8977.57	
SLE_rar_gr3+vento_162	22523.4	1738.42	452.085	21530.9	13627.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	21183.3	1049.27	615.664	12991.9	13520.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	22523.4	1738.42	452.085	21530.9	13627.9	
SLE_rar_vento_gr1_164	21853.3	702.747	603.283	8794.59	14775.9	
SLE_rar_gr4_centrif_159	21183.3	1039.55	126.326	12877.3	5768.98	
SLE_rar_vento_gr4_167	21183.3	1049.27	615.664	12991.9	13520.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	21183.3	1049.27	615.664	12991.9	13520.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	21183.3	1049.27	615.664	12991.9	13520.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	21183.3	1049.27	615.664	12991.9	13520.4	
SLE_qp_gr1_Treno_186	19173.2	0	65.0394	0	796.733	
SLE_qp_gr1+vento_190	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02	
SLE_qp_gr1+vento_190	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02	
SLE_qp_gr1+vento_190	19173.2	1.94224	162.907	22.9185	2347.02	
SLE_qp_gr1+vento_190	19173.2	1.94224	162.907	162.907	2347.02	
E_103x_SLD_q=1_211	19358.1	3435.92	1180.29	42334.2	15441.8	
E_103y_SLD_q=1_212	19358.1	1032.14	3554.18	12700.3	50481.7	
E_103z_SLD_q=1_213	19789.7	1032.14	1180.29	12700.3	15441.8	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	35185.6	866.295	158.512	13448.9	9453.11	
SLE_rar_gr3+vento_162	35185.6	1738.42	452.085	26746.1	14984.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	33845.5	1049.27	615.664	16139.7	15367.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	35185.6	1738.42	452.085	26746.1	14984.2	
SLE_rar_vento_gr1_164	34515.6	702.747	603.283	10902.8	16585.8	
SLE_rar_gr4_centrif_159	33845.5	1039.55	126.326	15995.9	6147.95	
SLE_rar_vento_gr4_167	33845.5	1049.27	615.664	16139.7	15367.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	33845.5	1049.27	615.664	16139.7	15367.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	33845.5	1049.27	615.664	16139.7	15367.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	33845.5	1049.27	615.664	16139.7	15367.4	
SLE_qp_gr1_Treno_186	31835.4	0	65.0394	0	991.851	
SLE_qp_gr1+vento_190	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74	
SLE_qp_gr1+vento_190	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74	
SLE_qp_gr1+vento_190	31835.4	1.94224	162.907	28.7452	2835.74	
SLE_qp_gr1+vento_190	31835.4	1.94224	162.907	162.907	2835.74	
E_103x_SLD_q=1_211	32078.4	4154.2	1395.77	54796.8	19629.1	
E_103y_SLD_q=1_212	32078.4	1750.42	3769.66	17951.5	61790.7	
E_103z_SLD_q=1_213	32645.3	1750.42	1395.77	17951.5	19629.1	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2.2 Stati limiti ultimi

### Configurazione1

TESTA PILA							
			<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1			25464.4	1256.13	448.52	1085.25	2144.99
A1_SLU_gr3+vento_7			25464.4	2521	888.882	1650.51	3924.29
A1_SLU_vento_gr4_12			21782.6	1521.92	1049.95	990.306	4273.96
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3			25464.4	2512.26	448.478	1650.51	2144.76
A1_SLU_vento_gr1_9			23623.5	1019.47	1039.81	868.201	4658.03
E_103x_SLV_q=1.5_60			12351.7	7716.55	1937.59	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61			12351.7	2316.33	6078.51	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62			14262.9	2316.33	1937.59	0	0
E_103x_SLV_q=1_66			12351.7	11557.9	2820.62	0	0
E_103y_SLV_q=1_67			12351.7	3468.74	9021.95	0	0
E_103z_SLV_q=1_68			14262.9	3468.74	2820.62	0	0
BASE PILA							
			<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1			35779.2	1256.13	448.52	15907.6	7437.53
A1_SLU_gr3+vento_7			35779.2	2521	888.882	31398.3	14413.1
A1_SLU_vento_gr4_12			32097.3	1521.92	1049.95	18949	16663.3
A1_SLU_gr3+vento_7			35779.2	2521	888.882	31398.3	14413.1
A1_SLU_vento_gr1_9			33938.3	1019.47	1039.81	12897.9	16927.7
E_103x_SLV_q=1.5_60			19992.3	7716.55	1937.59	96535.4	27890.7
E_103y_SLV_q=1.5_61			19992.3	2316.33	6078.51	28960.6	91978
E_103z_SLV_q=1.5_62			21903.5	2316.33	1937.59	28960.6	27890.7
E_103x_SLV_q=1_66			19992.3	11557.9	2820.62	144625	41572.6
E_103y_SLV_q=1_67			19992.3	3468.74	9021.95	43387.6	137584
E_103z_SLV_q=1_68			21903.5	3468.74	2820.62	43387.6	41572.6
BASE FONDAZIONE							
			<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1			52873.2	1256.13	448.52	19675.9	8783.09
A1_SLU_gr3+vento_7			52873.2	2521	888.882	38961.2	17079.7
A1_SLU_vento_gr4_12			49191.4	1521.92	1049.95	23514.7	19813.2
A1_SLU_gr3+vento_7			52873.2	2521	888.882	38961.2	17079.7
A1_SLU_vento_gr1_9			51032.3	1019.47	1039.81	15956.3	20047.1
E_103x_SLV_q=1.36_63			32824.7	9960.24	2556.72	136070	38307.5
E_103y_SLV_q=1.36_64			32824.7	4019.99	7111.73	43916.7	122469
E_103z_SLV_q=1.36_65			35133	4019.99	2556.72	43916.7	38307.5
E_103x_SLV_q=1_66			32824.7	13030.2	3262.29	183716	51359.5
E_103y_SLV_q=1_67			32824.7	4940.97	9463.61	58210.5	165975
E_103z_SLV_q=1_68			35133	4940.97	3262.29	58210.5	51359.5


Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		21681.3	1256.13	312.33	5188.25	1761.76
A1_SLU_gr3+vento_78		21681.3	2521	752.692	5753.51	3541.05
A1_SLU_vento_gr4_83		19512.7	1521.92	968.233	3452.11	4044.02
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		21681.3	2512.26	312.287	5753.51	1761.52
A1_SLU_vento_gr1_80		20597	1019.47	952.643	4150.6	4361.24
E_103x_SLV_q=1.5_131		12351.7	7716.55	1937.59	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		12351.7	2316.33	6078.51	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		14262.9	2316.33	1937.59	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		12351.7	11557.9	2820.62	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		12351.7	3468.74	9021.95	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		14262.9	3468.74	2820.62	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		31996.1	1256.13	312.33	20010.6	5447.25
A1_SLU_gr3+vento_78		31996.1	2521	752.692	35501.3	12422.8
A1_SLU_vento_gr4_83		29827.5	1521.92	968.233	21410.8	15469.2
A1_SLU_gr3+vento_78		31996.1	2521	752.692	35501.3	12422.8
A1_SLU_vento_gr1_80		30911.8	1019.47	952.643	16180.3	15602.4
E_103x_SLV_q=1.5_131		19992.3	7716.55	1937.59	96535.4	27890.7
E_103y_SLV_q=1.5_132		19992.3	2316.33	6078.51	28960.6	91978
E_103z_SLV_q=1.5_133		21903.5	2316.33	1937.59	28960.6	27890.7
E_103x_SLV_q=1_137		19992.3	11557.9	2820.62	144625	41572.6
E_103y_SLV_q=1_138		19992.3	3468.74	9021.95	43387.6	137584
E_103z_SLV_q=1_139		21903.5	3468.74	2820.62	43387.6	41572.6
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		49090.1	1256.13	312.33	23778.9	6384.24
A1_SLU_gr3+vento_78		49090.1	2521	752.692	43064.2	14680.9
A1_SLU_vento_gr4_83		46921.5	1521.92	968.233	25976.5	18373.9
A1_SLU_gr3+vento_78		49090.1	2521	752.692	43064.2	14680.9
A1_SLU_vento_gr1_80		48005.8	1019.47	952.643	19238.7	18460.4
E_103x_SLV_q=1.36_134		32824.7	9960.24	2556.72	136070	38307.5
E_103y_SLV_q=1.36_135		32824.7	4019.99	7111.73	43916.7	122469
E_103z_SLV_q=1.36_136		35133	4019.99	2556.72	43916.7	38307.5
E_103x_SLV_q=1_137		32824.7	13030.2	3262.29	183716	51359.5
E_103y_SLV_q=1_138		32824.7	4940.97	9463.61	58210.5	165975
E_103z_SLV_q=1_139		35133	4940.97	3262.29	58210.5	51359.5



Configurazione3

TESTA PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_143		21117.7	1256.13	292.039	910.184	10333.3
A1_SLU_gr3+vento_149		21117.7	2521	732.4	1475.44	12112.6
A1_SLU_vento_gr4_154		19174.6	1521.92	956.059	885.265	9186.97
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145		21117.7	2512.26	291.996	1475.44	10333.1
A1_SLU_gr1+vento_147		21117.7	1264.87	732.443	910.184	12112.9
E_103x_SLV_q=1.5_202		12351.7	7716.55	1937.59	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203		12351.7	2316.33	6078.51	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204		14262.9	2316.33	1937.59	0	0
E_103x_SLV_q=1_208		12351.7	11557.9	2820.62	0	0
E_103y_SLV_q=1_209		12351.7	3468.74	9021.95	0	0
E_103z_SLV_q=1_210		14262.9	3468.74	2820.62	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_143		31432.4	1256.13	292.039	15732.5	13779.4
A1_SLU_gr3+vento_149		31432.4	2521	732.4	31223.2	20755
A1_SLU_vento_gr4_154		29489.3	1521.92	956.059	18843.9	20468.5
A1_SLU_gr3+vento_149		31432.4	2521	732.4	31223.2	20755
A1_SLU_vento_gr1_151		30460.9	1019.47	939.657	12757.9	22307.9
E_103x_SLV_q=1.5_202		19992.3	7716.55	1937.59	96535.4	27890.7
E_103y_SLV_q=1.5_203		19992.3	2316.33	6078.51	28960.6	91978
E_103z_SLV_q=1.5_204		21903.5	2316.33	1937.59	28960.6	27890.7
E_103x_SLV_q=1_208		19992.3	11557.9	2820.62	144625	41572.6
E_103y_SLV_q=1_209		19992.3	3468.74	9021.95	43387.6	137584
E_103z_SLV_q=1_210		21903.5	3468.74	2820.62	43387.6	41572.6
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_143		48526.5	1256.13	292.039	19500.9	14655.5
A1_SLU_gr3+vento_149		48526.5	2521	732.4	38786.2	22952.2
A1_SLU_vento_gr4_154		46583.3	1521.92	956.059	23409.7	23336.6
A1_SLU_gr3+vento_149		48526.5	2521	732.4	38786.2	22952.2
A1_SLU_vento_gr1_151		47554.9	1019.47	939.657	15816.3	25126.9
E_103x_SLV_q=1.36_205		32824.7	9960.24	2556.72	136070	38307.5
E_103y_SLV_q=1.36_206		32824.7	4019.99	7111.73	43916.7	122469
E_103z_SLV_q=1.36_207		35133	4019.99	2556.72	43916.7	38307.5
E_103x_SLV_q=1_208		32824.7	13030.2	3262.29	183716	51359.5
E_103y_SLV_q=1_209		32824.7	4940.97	9463.61	58210.5	165975
E_103z_SLV_q=1_210		35133	4940.97	3262.29	58210.5	51359.5

 <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>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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	180 $\Phi$ 30 interasse 20 cm*	$\Phi$ 12/10	8.7 cm
plinto	Trasv: 4 strati $\Phi$ 30/10 Long 3 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	62 $\Phi$ 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*

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.

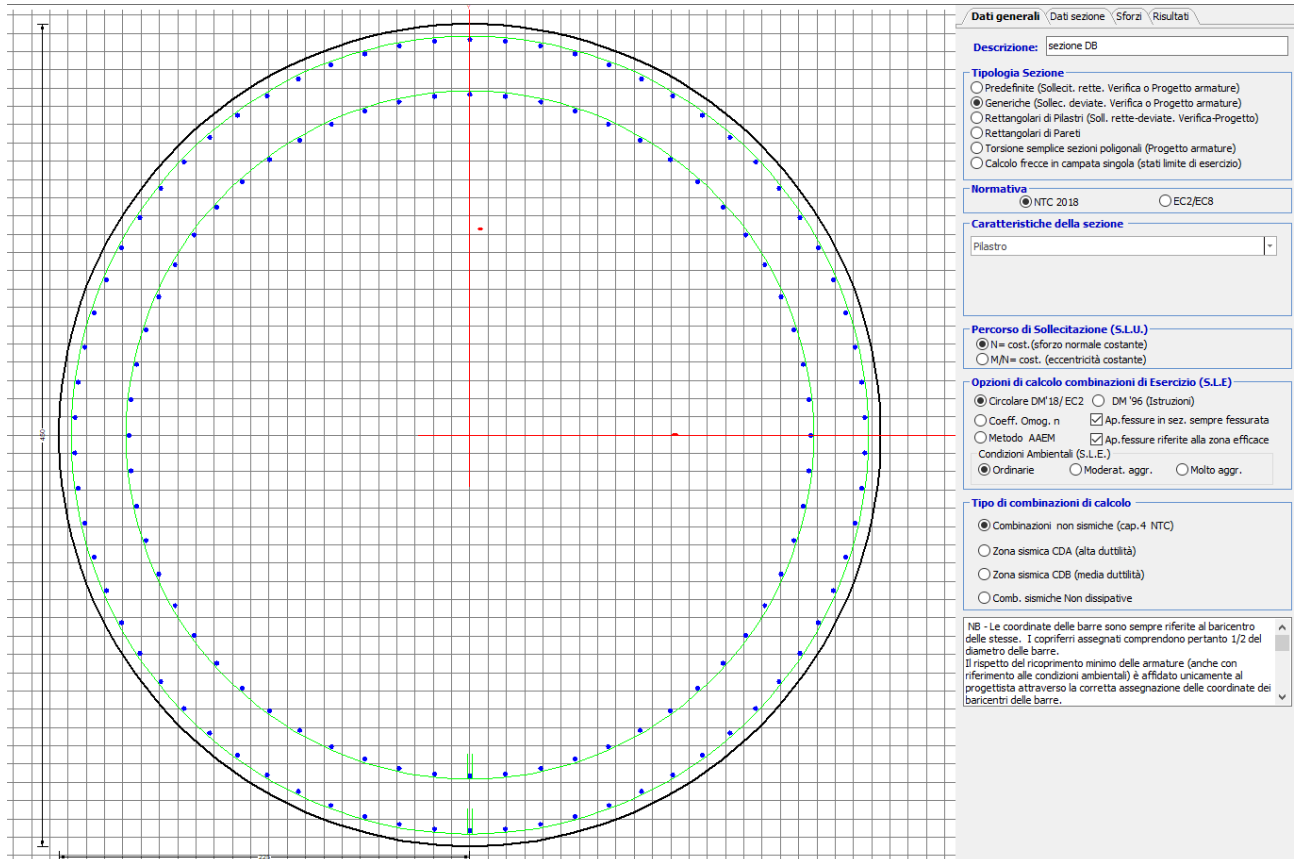


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 180 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	90	30
2	0.0	0.0	186.5	90	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	35779.16	15907.56	7437.53	0.00	0.00
2	35779.16	31398.26	14413.10	0.00	0.00
3	32097.34	18948.96	16663.34	0.00	0.00
4	35779.16	31398.26	14413.10	0.00	0.00
5	33938.25	12897.94	16927.73	0.00	0.00
6	19992.26	96535.43	27890.70	0.00	0.00
7	19992.26	28960.63	91977.98	0.00	0.00
8	21903.49	28960.63	27890.70	0.00	0.00
9	31996.10	20010.56	5447.25	0.00	0.00
10	31996.10	35501.26	12422.81	0.00	0.00
11	29827.50	21410.76	15469.17	0.00	0.00
12	31996.10	35501.26	12422.81	0.00	0.00
13	30911.80	16180.34	15602.43	0.00	0.00
14	19992.26	96535.43	27890.70	0.00	0.00
15	19992.26	28960.63	91977.98	0.00	0.00
16	21903.49	28960.63	27890.70	0.00	0.00
17	31432.45	15732.49	13779.39	0.00	0.00
18	31432.45	31223.19	20754.95	0.00	0.00
19	29489.31	18843.92	20468.46	0.00	0.00
20	31432.45	31223.19	20754.95	0.00	0.00
21	30460.88	12757.88	22307.92	0.00	0.00
22	19992.26	96535.43	27890.70	0.00	0.00
23	19992.26	28960.63	91977.98	0.00	0.00
24	21903.49	28960.63	27890.70	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	25521.13	10970.73	4163.21
2	25521.13	21651.60	8813.57
3	22981.94	13064.30	10631.81
4	25521.13	21651.60	8813.57
5	24251.54	8891.18	10783.41
6	22912.12	10970.73	4163.21
7	22912.12	24481.26	7824.49
8	21416.53	14762.09	10038.36
9	22912.12	24481.26	7824.49
10	22164.33	11154.90	10114.87
11	22523.40	10849.99	8977.57
12	22523.40	21530.86	13627.93
13	21183.30	12991.86	13520.43
14	22523.40	21530.86	13627.93
15	21853.35	8794.59	14775.91
16	19436.93	66831.90	17691.13
17	19436.93	20049.57	57979.42
18	20052.42	20049.57	17691.13
19	19358.13	42334.18	15441.82
20	19358.13	12700.25	50481.73
21	19789.74	12700.25	15441.82
22	19358.13	42334.18	15441.82
23	19358.13	12700.25	50481.73

24

19789.74

12700.25

15441.82

**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	22981.94	12949.71 (0.00)	2880.36 (0.00)
2	22981.94	13064.30 (136429.96)	10631.81 (111027.57)
3	22981.94	13064.30 (136429.96)	10631.81 (111027.57)
4	22981.94	13064.30 (136429.96)	10631.81 (111027.57)
5	22981.94	13064.30 (136429.96)	10631.81 (111027.57)
6	21416.53	14647.50 (236134.18)	2286.91 (36867.56)
7	21416.53	14762.09 (94312.88)	10038.36 (64133.64)
8	21416.53	14762.09 (94312.88)	10038.36 (64133.64)
9	21416.53	14762.09 (94312.88)	10038.36 (64133.64)
10	21416.53	14762.09 (94312.88)	10038.36 (64133.64)
11	21183.30	12877.26 (292067.89)	5768.98 (130845.68)
12	21183.30	12991.86 (68758.59)	13520.43 (71556.02)
13	21183.30	12991.86 (68758.59)	13520.43 (71556.02)
14	21183.30	12991.86 (68758.59)	13520.43 (71556.02)
15	21183.30	12991.86 (68758.59)	13520.43 (71556.02)

**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	19173.16	0.00 (0.00)	796.73 (0.00)
2	19173.16	22.92 (0.00)	2347.02 (0.00)
3	19173.16	22.92 (0.00)	2347.02 (0.00)
4	19173.16	22.92 (0.00)	2347.02 (0.00)
5	19173.16	22.92 (0.00)	2347.02 (0.00)
6	19173.16	0.00 (0.00)	796.73 (0.00)
7	19173.16	22.92 (0.00)	2347.02 (0.00)
8	19173.16	22.92 (0.00)	2347.02 (0.00)
9	19173.16	22.92 (0.00)	2347.02 (0.00)
10	19173.16	22.92 (0.00)	2347.02 (0.00)
11	19173.16	0.00 (0.00)	796.73 (0.00)
12	19173.16	22.92 (0.00)	2347.02 (0.00)
13	19173.16	22.92 (0.00)	2347.02 (0.00)
14	19173.16	22.92 (0.00)	2347.02 (0.00)
15	19173.16	162.91 (0.00)	2347.02 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.0 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	35779.16	15907.56	7437.53	35779.27	124434.52(124434.52)	58180.62(58180.62)	7.821272.3(477.1)	
2	S	35779.16	31398.26	14413.10	35779.09	124843.91(124843.91)	57310.59(57310.59)	3.981272.3(477.1)	
3	S	32097.34	18948.96	16663.34	32097.59	100093.66(100093.66)	88027.74(88027.74)	5.281272.3(477.1)	
4	S	35779.16	31398.26	14413.10	35779.09	124843.91(124843.91)	57310.59(57310.59)	3.981272.3(477.1)	
5	S	33938.25	12897.94	16927.73	33938.30	82039.40(82039.40)	107651.67(107651.67)	6.361272.3(477.1)	
6	S	19992.26	96535.43	27890.70	19992.14	114100.88(114100.88)	32965.70(32965.70)	1.181272.3(477.1)	
7	S	19992.26	28960.63	91977.98	19992.00	35669.72(35669.72)	113286.50(113286.50)	1.231272.3(477.1)	
8	S	21903.49	28960.63	27890.70	21903.47	87286.65(87286.65)	84057.77(84057.77)	3.011272.3(477.1)	
9	S	31996.10	20010.56	5447.25	31996.34	128503.63(128503.63)	34972.30(34972.30)	6.421272.3(477.1)	
10	S	31996.10	35501.26	12422.81	31995.92	125705.21(125705.21)	43979.35(43979.35)	3.541272.3(477.1)	
11	S	29827.50	21410.76	15469.17	29827.49	105944.58(105944.58)	76544.14(76544.14)	4.951272.3(477.1)	
12	S	31996.10	35501.26	12422.81	31995.92	125705.21(125705.21)	43979.35(43979.35)	3.541272.3(477.1)	
13	S	30911.80	16180.34	15602.43	30911.52	94983.37(94983.37)	91589.32(91589.32)	5.871272.3(477.1)	
14	S	19992.26	96535.43	27890.70	19992.14	114100.88(114100.88)	32965.70(32965.70)	1.181272.3(477.1)	
15	S	19992.26	28960.63	91977.98	19992.00	35669.72(35669.72)	113286.50(113286.50)	1.231272.3(477.1)	
16	S	21903.49	28960.63	27890.70	21903.47	87286.65(87286.65)	84057.77(84057.77)	3.011272.3(477.1)	
17	S	31432.45	15732.49	13779.39	31432.39	99697.76(99697.76)	87333.17(87333.17)	6.341272.3(477.1)	
18	S	31432.45	31223.19	20754.95	31432.48	110376.44(110376.44)	73380.63(73380.63)	3.541272.3(477.1)	
19	S	29489.31	18843.92	20468.46	29489.22	88265.80(88265.80)	95869.19(95869.19)	4.681272.3(477.1)	
20	S	31432.45	31223.19	20754.95	31432.48	110376.44(110376.44)	73380.63(73380.63)	3.541272.3(477.1)	
21	S	30460.88	12757.88	22307.92	30460.87	65248.66(65248.66)	114093.28(114093.28)	5.111272.3(477.1)	
22	S	19992.26	96535.43	27890.70	19992.14	114100.88(114100.88)	32965.70(32965.70)	1.181272.3(477.1)	
23	S	19992.26	28960.63	91977.98	19992.00	35669.72(35669.72)	113286.50(113286.50)	1.231272.3(477.1)	
24	S	21903.49	28960.63	27890.70	21903.47	87286.65(87286.65)	84057.77(84057.77)	3.011272.3(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	95.3	0.0	0.00327	88.1	197.8	-0.00834	-88.1	-197.8
2	0.00350	93.9	2.2	0.00327	88.1	197.8	-0.00834	-88.1	-197.8
3	0.00350	148.6	2.2	0.00326	139.2	165.8	-0.00881	-139.2	-165.8
4	0.00350	93.9	2.2	0.00327	88.1	197.8	-0.00834	-88.1	-197.8
5	0.00350	179.0	2.2	0.00327	170.6	133.3	-0.00857	-170.6	-133.3
6	0.00350	62.5	0.0	0.00323	59.7	208.1	-0.01067	-59.7	-208.1
7	0.00350	214.6	2.2	0.00323	205.9	66.9	-0.01067	-205.9	-66.9
8	0.00350	156.1	2.2	0.00323	150.4	155.7	-0.01034	-150.4	-155.7
9	0.00350	59.1	2.2	0.00326	59.7	208.1	-0.00882	-59.7	-208.1
10	0.00350	74.3	2.2	0.00326	74.0	203.4	-0.00882	-74.0	-203.4
11	0.00350	131.8	0.0	0.00326	127.3	175.2	-0.00912	-127.3	-175.2
12	0.00350	74.3	2.2	0.00326	74.0	203.4	-0.00882	-74.0	-203.4
13	0.00350	156.2	2.2	0.00326	150.4	155.7	-0.00897	-150.4	-155.7
14	0.00350	62.5	2.2	0.00323	59.7	208.1	-0.01067	-59.7	-208.1
15	0.00350	214.6	15.6	0.00323	205.9	66.9	-0.01067	-205.9	-66.9
16	0.00350	156.1	217.5	0.00323	150.4	155.7	-0.01034	-150.4	-155.7
17	0.00350	148.2	73.5	0.00326	139.2	165.8	-0.00890	-139.2	-165.8
18	0.00350	124.6	168.7	0.00326	114.7	183.6	-0.00890	-114.7	-183.6
19	0.00350	165.5	211.4	0.00326	160.9	144.9	-0.00916	-160.9	-144.9
20	0.00350	124.6	54.9	0.00326	114.7	183.6	-0.00890	-114.7	-183.6
21	0.00350	195.3	142.9	0.00326	187.5	108.3	-0.00903	-187.5	-108.3
22	0.00350	62.5	211.4	0.00323	59.7	208.1	-0.01067	-59.7	-208.1
23	0.00350	214.6	54.9	0.00323	205.9	66.9	-0.01067	-205.9	-66.9
24	0.00350	156.1	142.9	0.00323	150.4	155.7	-0.01034	-150.4	-155.7

**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	0.000011360	0.000024297	-0.002534955	----	----
2	0.000011189	0.000024375	-0.002534658	----	----
3	0.000018411	0.000020936	-0.002772987	----	----
4	0.000011189	0.000024375	-0.002534658	----	----
5	0.000021747	0.000016570	-0.002651453	----	----
6	0.000008909	0.000030837	-0.003722116	----	----
7	0.000030616	0.000009640	-0.003722031	----	----
8	0.000021744	0.000022578	-0.003552864	----	----
9	0.000007331	0.000026931	-0.002779929	----	----
10	0.000009219	0.000026345	-0.002779996	----	----
11	0.000016736	0.000023165	-0.002930059	----	----
12	0.000009219	0.000026345	-0.002779996	----	----

13	0.000019603	0.000020329	-0.002854063	----	----
14	0.000008909	0.000030837	-0.003722116	----	----
15	0.000030616	0.000009640	-0.003722031	----	----
16	0.000021744	0.000022578	-0.003552864	----	----
17	0.000018502	0.000021124	-0.002818304	----	----
18	0.000015545	0.000023386	-0.002818249	----	----
19	0.000021103	0.000019429	-0.002954105	----	----
20	0.000015545	0.000023386	-0.002818249	----	----
21	0.000024635	0.000014089	-0.002885345	----	----
22	0.000008909	0.000030837	-0.003722116	----	----
23	0.000030616	0.000009640	-0.003722031	----	----
24	0.000021744	0.000022578	-0.003552864	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.53	79.8	0.0	5.6	-74.0	-203.4	----	----
2	S	3.73	84.8	0.0	-13.3	-88.1	-197.8	4714	99.0
3	S	2.88	142.0	0.0	-3.8	-139.2	-165.8	1500	49.5
4	S	3.73	84.8	0.0	-13.3	-88.1	-197.8	4714	99.0
5	S	2.67	173.6	0.0	1.5	-170.6	-133.3	----	----
6	S	2.39	79.8	0.0	3.4	-74.0	-203.4	----	----
7	S	3.99	68.5	0.0	-24.7	-59.7	-208.1	8405	176.7
8	S	2.92	126.5	0.0	-7.4	-127.3	-175.2	3250	77.8
9	S	3.99	68.5	0.0	-24.7	-59.7	-208.1	8405	176.7
10	S	2.66	151.1	0.0	-1.8	-150.4	-155.7	483	14.1
11	S	2.58	143.4	0.0	-0.1	-139.2	-165.8	341	7.1
12	S	3.96	120.3	0.0	-25.0	-114.7	-183.6	8625	183.8
13	S	3.02	162.2	0.0	-9.6	-160.9	-144.9	4192	84.8
14	S	3.96	120.3	0.0	-25.0	-114.7	-183.6	8625	183.8
15	S	2.87	193.3	0.0	-5.6	-187.5	-108.3	2407	63.6
16	S	11.88	57.6	0.0	-287.6	-59.7	-208.1	19227	346.4
17	S	10.46	212.6	0.0	-237.9	-205.9	-66.9	18858	339.3
18	S	4.16	148.9	0.0	-36.9	-139.2	-165.8	11837	233.3
19	S	7.48	77.1	0.0	-137.3	-74.0	-203.4	17553	325.2
20	S	8.76	218.2	0.0	-180.1	-210.1	-52.4	18252	325.2
21	S	3.14	173.8	0.0	-14.9	-170.6	-133.3	5766	106.0
22	S	7.48	77.1	0.0	-137.3	-74.0	-203.4	17553	325.2
23	S	8.76	218.2	0.0	-180.1	-210.1	-52.4	18252	325.2
24	S	3.14	173.8	0.0	-14.9	-170.6	-133.3	5766	106.0

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

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

Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max\*(e\_sm - e\_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00007	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	643	0.026 (990.00)	85855.50	34948.62
3	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	496	0.006 (990.00)	136429.96	111027.57
4	S	-0.00007	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	643	0.026 (990.00)	85855.50	34948.62
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	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	642	0.048 (990.00)	65532.21	20944.84
8	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	593	0.013 (990.00)	94312.88	64133.64
9	S	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	642	0.048 (990.00)	65532.21	20944.84
10	S	-0.00001	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	528	0.003 (990.00)	201676.20	182872.87
11	S	0.00000	0	0.540	30.0	70	0.00000 (0.00000)	504	0.000 (990.00)	598049.24	494841.83
12	S	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	637	0.048 (990.00)	57571.51	36439.81
13	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	658	0.019 (990.00)	68758.59	71556.02
14	S	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	637	0.048 (990.00)	57571.51	36439.81
15	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	560	0.009 (990.00)	68789.76	115574.61
16	S	-0.00148	0	0.833	30.0	70	0.00086 (0.00086)	710	0.612 (990.00)	37243.28	9858.70
17	S	-0.00123	0	0.833	30.0	70	0.00071 (0.00071)	710	0.507 (990.00)	12923.36	37371.83
18	S	-0.00019	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	669	0.074 (990.00)	43635.52	38502.65
19	S	-0.00071	0	0.833	30.0	70	0.00041 (0.00041)	697	0.287 (990.00)	40530.73	14783.99
20	S	-0.00093	0	0.833	30.0	70	0.00054 (0.00054)	715	0.386 (990.00)	10057.39	39976.74
21	S	-0.00008	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	700	0.031 (990.00)	50034.99	60835.91
22	S	-0.00071	0	0.833	30.0	70	0.00041 (0.00041)	697	0.287 (990.00)	40530.73	14783.99
23	S	-0.00093	0	0.833	30.0	70	0.00054 (0.00054)	715	0.386 (990.00)	10057.39	39976.74
24	S	-0.00008	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	700	0.031 (990.00)	50034.99	60835.91

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.53	48.9	0.0	1.4	-45.0	-211.8	----	----
2	S	2.88	142.0	0.0	-3.8	-139.2	-165.8	1500	49.5
3	S	2.88	142.0	0.0	-3.8	-139.2	-165.8	1500	49.5
4	S	2.88	142.0	0.0	-3.8	-139.2	-165.8	1500	49.5
5	S	2.88	142.0	0.0	-3.8	-139.2	-165.8	1500	49.5
6	S	2.60	34.7	0.0	-2.1	-30.1	-214.4	789	28.3
7	S	2.92	126.5	0.0	-7.4	-127.3	-175.2	3250	77.8
8	S	2.92	126.5	0.0	-7.4	-127.3	-175.2	3250	77.8
9	S	2.92	126.5	0.0	-7.4	-127.3	-175.2	3250	77.8
10	S	2.92	126.5	0.0	-7.4	-127.3	-175.2	3250	77.8
11	S	2.51	92.0	0.0	-1.3	-88.1	-197.8	337	7.1
12	S	3.02	162.2	0.0	-9.6	-160.9	-144.9	4192	84.8
13	S	3.02	162.2	0.0	-9.6	-160.9	-144.9	4192	84.8
14	S	3.02	162.2	0.0	-9.6	-160.9	-144.9	4192	84.8
15	S	3.02	162.2	0.0	-9.6	-160.9	-144.9	4192	84.8

**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	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	496	0.006 (0.20)	136429.96	111027.57
3	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	496	0.006 (0.20)	136429.96	111027.57


4	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	496	0.006 (0.20)	136429.96	111027.57
5	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	496	0.006 (0.20)	136429.96	111027.57
6	S	-0.00001	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	475	0.003 (0.20)	236134.18	36867.56
7	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	593	0.013 (0.20)	94312.88	64133.64
8	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	593	0.013 (0.20)	94312.88	64133.64
9	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	593	0.013 (0.20)	94312.88	64133.64
10	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	593	0.013 (0.20)	94312.88	64133.64
11	S	-0.00001	0	0.817	30.0	70	0.00000 (0.00000)	635	0.002 (0.20)	292067.89	130845.68
12	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	658	0.019 (0.20)	68758.59	71556.02
13	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	658	0.019 (0.20)	68758.59	71556.02
14	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	658	0.019 (0.20)	68758.59	71556.02
15	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	658	0.019 (0.20)	68758.59	71556.02

**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	1.15	225.0	0.0	15.1	-216.4	-7.6	---	---
2	S	1.30	225.0	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---
3	S	1.30	225.0	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---
4	S	1.30	225.0	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---
5	S	1.30	225.0	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---
6	S	1.15	225.0	0.0	15.1	-216.4	-7.6	---	---
7	S	1.30	225.0	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---
8	S	1.30	225.0	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---
9	S	1.30	225.0	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---
10	S	1.30	225.0	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---
11	S	1.15	225.0	0.0	15.1	-216.4	-7.6	---	---
12	S	1.30	225.0	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---
13	S	1.30	225.0	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---
14	S	1.30	225.0	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---
15	S	1.30	224.5	0.0	13.0	-216.4	-7.6	---	---


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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	0.00000	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 – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	Asw	5	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	10	cm
copriferro netto + staffa + fi/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	14443	kN
taglio resisitente	Vr	14443	kN
taglio massimo agente	Ved	11897	kN
	Ved/Vrd	0.8	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	kN
<b>resistenza puntoni</b>	Vc	38660.23	kN
resistenza staffe	Vs	14443	cm
taglio resisitente	Vr	14443	cm
taglio massimo agente	Ved	9666	gradi
	Ved/Vrd	0.67	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 – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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 – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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>180</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	127235	mm <sup>2</sup>	
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9500000	mm <sup>3</sup>	
		1.34%		>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>12</b>	mm	
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm <sup>2</sup>	
Area totale staffe	Asw	2.26	mm <sup>2</sup>	
area totale legature	Asl	12.69	mm <sup>2</sup>	
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.0889</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 – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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:

$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0.10m$$

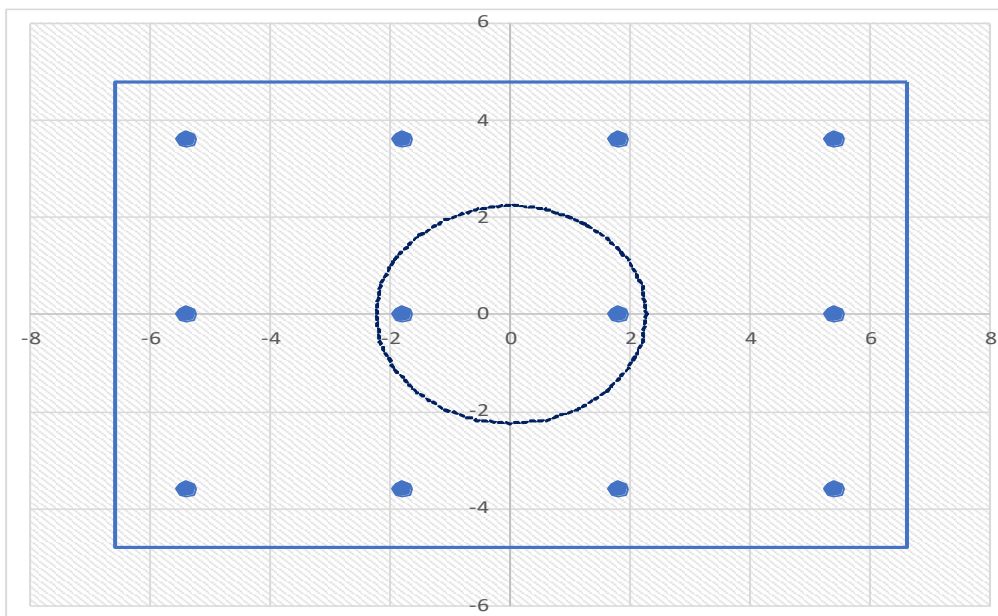
<b>L imp (m)</b>	<b>EL (cm)</b>	<b>Corsa appoggi (cm)</b>	<b>Escursione giunti (cm)</b>	<b>Varco (cm)</b>
<b>17.9</b>	12.0	7.5	7.0	8.0
<b>25</b>	14.0	8.8	8.0	9.0
<b>40</b>	17.0	10.6	9.5	10.5
<b>50</b>	19.0	11.9	10.5	11.5
<b>60</b>	22.0	13.8	12.0	13.0



## 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>12</b>		
diametro pali	D	<b>1.2</b>	m	
interasse pali	i	<b>3.6</b>	m	
altezza plinto di fondazione	h	<b>2.5</b>	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	3.15	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.35	m	
direzione trasversale	a/h	1.05	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.45	<i>Plinto basso</i>	



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	5917.1	6293.4	9590.0
2	1.8	-3.6	3211.4	2251.0	-3168.1
3	5.4	3.6	6233.4	9367.0	10541.1
4	5.4	-3.6	3527.7	5324.6	-2217.0
5	-5.4	-3.6	2578.8	-3896.2	-5070.3
6	-5.4	3.6	5284.5	146.2	7687.8
7	5.4	0	4880.5	7345.8	4162.0
8	-5.4	0	3931.7	-1875.0	1308.7
9	-1.8	0	4248.0	1198.6	2259.8
10	1.8	0	4564.2	4272.2	3210.9
11	-1.8	-3.6	2895.1	-822.6	-4119.2
12	-1.8	3.6	5600.8	3219.8	8638.9
	taglio combinato in		222.7594	889.6517	1119.36
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	5424.5	6293.4	9590.0
2	1.8	-3.6	1382.1	2251.0	-3168.1
3	5.4	3.6	6375.6	9367.0	10541.1
4	5.4	-3.6	2333.2	5324.6	-2217.0
5	-5.4	-3.6	-520.1	-3896.2	-5070.3
6	-5.4	3.6	3522.3	146.2	7687.8
7	5.4	0	4354.4	7345.8	4162.0
8	-5.4	0	1501.1	-1875.0	1308.7
9	-1.8	0	2452.2	1198.6	2259.8
10	1.8	0	3403.3	4272.2	3210.9
11	-1.8	-3.6	431.0	-822.6	-4119.2
12	-1.8	3.6	4473.4	3219.8	8638.9
	taglio combinato in		493.3985	889.6517	1119.36

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

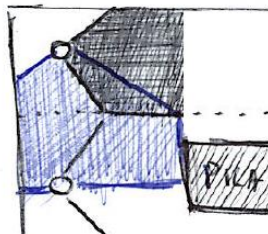


Figura 13 - mensola di riferimento

### 9.1 Dimensionamento armature

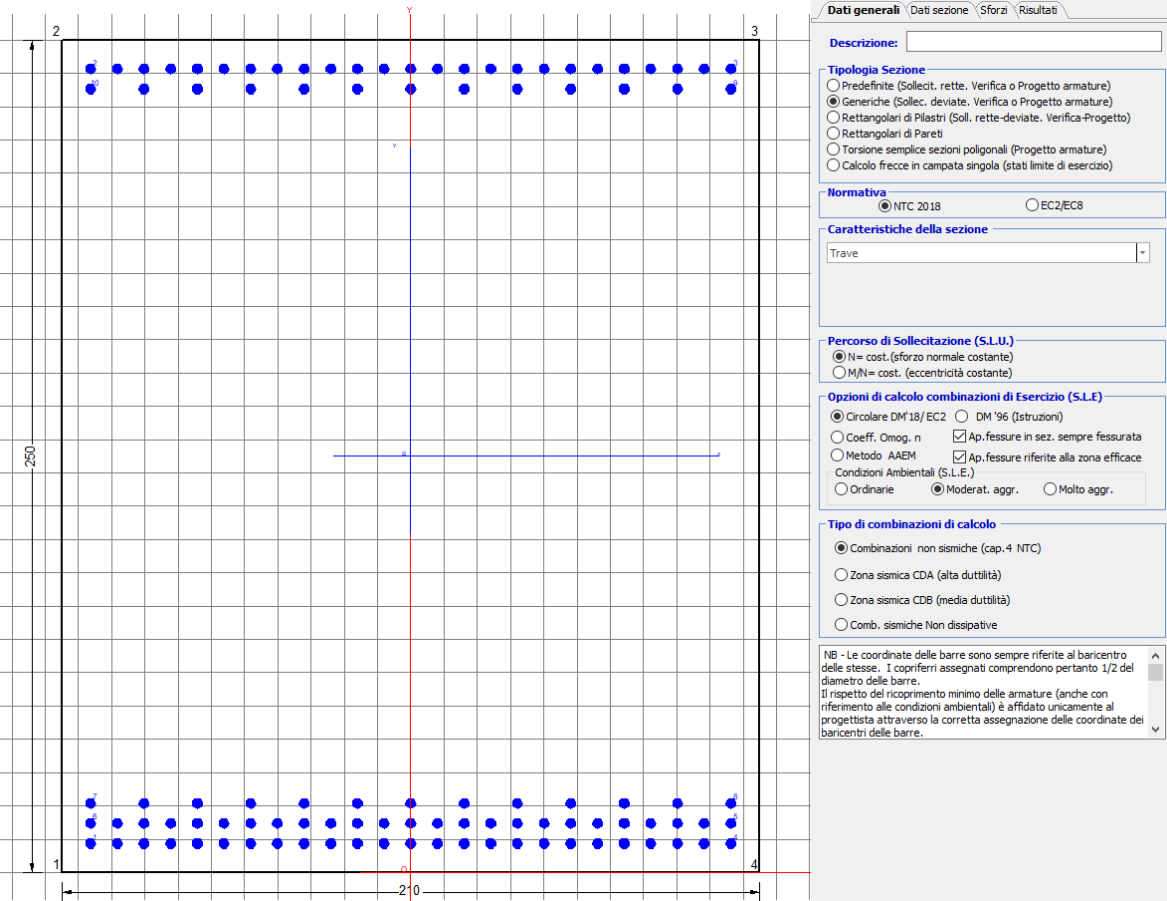
larghezza di riferimento della mensola equivalente	b	2.97	m
peso del plinto sulla larghezza equivalente	q1	213.83	Kn m
peso specifico del terreno di ricoprimento	y	19.00	kN/m <sup>3</sup>
altezza di ricoprimento	hrint	1.50	m
peso del terreno sulla larghezza equivalente	q2	84.64	Kn m
reazione del palo	R	8524.13	KN
lunghezza della mensola	L	4.31	m
momento positivo dato dal terreno e peso plinto	M+	3597.8	KN m
momento negativo dato dalla reazione del palo	M-	36707.9	kN m
	Med	33110.14	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	14271.6	KN
angolo di inclinazione risultante	$\alpha$	45.00	gradi
proiezione forza di trazione in trasversale	Tt	10091.6	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	Tl	10091.6	KN

<b>proiezione nelle due direzioni e definizione dell'armatura</b>						
area dell'armatura inferiore richiesta in tras			At	25789.8	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	2.10	m	
numero di ferri per strato			n	21.00		
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	44532.1	mm <sup>2</sup>	
			coef. Sicur	0.58		
area dell'armatura inferiore richiesta in long			Al	0.0	mm <sup>2</sup>	
diametro armatura			Φ	25789.81		
passo armatura longitudinale			p	30.00	cm	
numero di strati			ns	10.00		
lunghezza di collaborazione			L	3.00	m	
numero di ferri per strato			n	2.10		
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	21.0	mm <sup>2</sup>	
			coef. Sicur	44532.08		
tasso di lavoro armatura allo SLU			σt	0.01	MPa	
tasso di lavoro armatura allo SLU			σl	0.00	MPa	

## 9.2 Verifica a prsso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 210x250

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

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

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

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

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	241.3	30
3	96.3	241.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	14.7	30
6	-96.3	14.7	30
7	-96.3	20.7	30
8	96.3	20.7	30
9	96.3	235.3	30
10	-96.3	235.3	30

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

3	1	4	23	30
4	7	8	11	30
5	10	9	11	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	19341.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	28240.00	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	13284.00	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	11612.00 (8664.93)	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	7489.00 (8664.93)	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	19341.00	0.00	0.00	39214.24	0.00	2.03	445.3(75.0)
2	S	0.00	28240.00	0.00	0.00	39214.24	0.00	1.39	445.3(75.0)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.124	-105.0	250.0	0.00249	-96.3	241.3	-0.02463	-96.3	8.7
2	0.00350	0.124	-105.0	250.0	0.00249	-96.3	241.3	-0.02463	-96.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000116575	-0.025643867	0.124	0.700
2	0.000000000	0.000116575	-0.025643867	0.124	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	5.07	105.0	250.0	-144.0	-72.2	8.7	7140	445.3



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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k2	= 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]
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 = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(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	0.899	30.0	72	0.00055 (0.00043)	392	0.215 (990.00)	8664.93	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	4.43	105.0	250.0	-125.9	-40.1	8.7	7140	445.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00066	0	0.899	30.0	72	0.00046 (0.00038)	392	0.179 (0.20)	8664.93	0.00

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

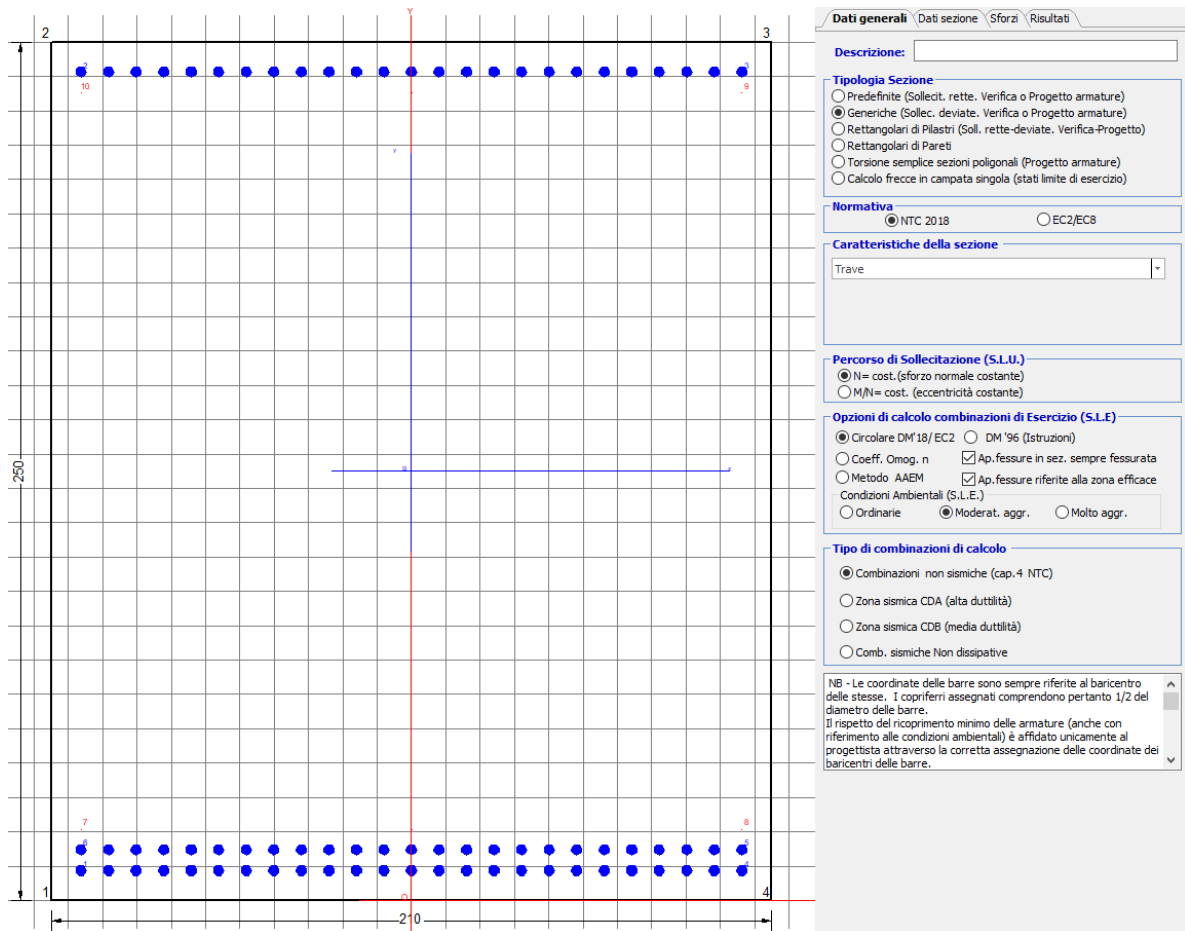
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.86	105.0	250.0	-81.2	-48.2	8.7	7140	445.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00043	0	0.899	30.0	72	0.00029 (0.00024)	392	0.114 (0.20)	8664.93	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 X 210x300**

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

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

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	241.3	30
3	96.3	241.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	14.7	30
6	-96.3	14.7	30
7	-96.3	20.7	1
8	96.3	20.7	1
9	96.3	235.3	1
10	-96.3	235.3	1

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	1	1
5	10	9	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	12894.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	18827.00	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	13389.00	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	7742.00 (8010.11)	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	4993.00 (8010.11)	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	12894.00	0.00	0.00	31530.46	0.00	2.45	353.5(75.0)
2	S	0.00	18827.00	0.00	0.00	31530.46	0.00	1.67	353.5(75.0)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.119	-105.0	250.0	0.00244	-96.3	241.3	-0.02590	-96.3	8.7
2	0.00350	0.119	-105.0	250.0	0.00244	-96.3	241.3	-0.02590	-96.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000121827	-0.026956635	0.119	0.700
2	0.000000000	0.000121827	-0.026956635	0.119	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	5.81	105.0	250.0	-178.8	-56.2	8.7	6195	353.5

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00094	0	0.914	29.9	72	0.00071 (0.00054)	408	0.290 (990.00)	8010.11	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.36	105.0	250.0	-103.4	-56.2	8.7	6195	353.5

**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	-0.00054	0	0.914	29.9	72	0.00033 (0.00031)	408	0.136 (0.20)	8010.11	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	2.17	105.0	250.0	-66.7	-88.3	8.7	6195	353.5


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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00035	0	0.914	29.9	72	0.00021 (0.00020)	408	0.086 (0.20)	8010.11	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>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	EC (1999) - BS 8110-97	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	33.6901	gradi
perimetro zona critica			u1	28.3686	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	4.515	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	4.70524	
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	18	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-110	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.11701	rad
superficie totale del tronco cono			S1	26.8835	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
valore di progetto del taglio			Ved	43.6692	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.00621	MPa
resistenza associata			vRd,max	2.83333	MPa
				0.00219	
<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			ql <sub>y</sub>	0.00812	
percentuale geometrica armatura fless. long			ql <sub>z</sub>	0.00812	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01149	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.00227	MPa
			vRd,c	0.72531	MPa
				0.00314	

 <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 – P14</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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:

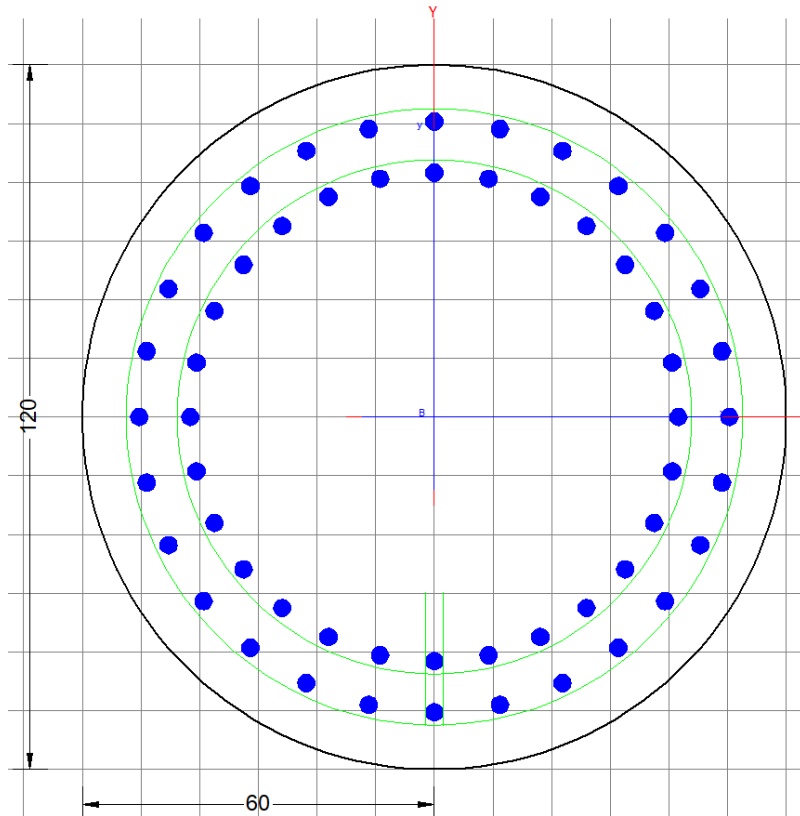
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>52873</b>	2521	889	38961	17080	
E_103x_SLV_q=1.36_63	32825	9960	2557	136070	38307	
E_103y_SLV_q=1.36_64	32825	4020	7112	43917	122469	
E_103x_SLV_q=1.36_63	32825	9960	2557	<b>136070</b>	38307	
E_103y_SLV_q=1.36_64	32825	4020	7112	43917	<b>122469</b>	



Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	1.8	3.6	5917.07	7814.73	5394.24
2	1.8	-3.6	3211.42	-1634.6	2344.47
3	5.4	3.6	6233.36	8524.13	7662.18
4	5.4	-3.6	3527.72	-925.15	4612.41
5	-5.4	-3.6	2578.84	-3053.3	-2191.4
6	-5.4	3.6	5284.48	6395.94	858.372
7	5.4	0	4880.54	3799.49	6137.29
8	-5.4	0	3931.66	1671.29	-666.51
9	-1.8	0	4247.95	2380.69	1601.42
10	1.8	0	4564.25	3090.09	3869.36
11	-1.8	-3.6	2895.13	-2343.9	76.5394
12	-1.8	3.6	5600.77	7105.33	3126.31
taglio equivalente			222.759	856.929	680.773
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.65
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	6233	210	74	630	222
combo2	8524	830	213	2490	639
combo3	7662	335	593	1005	1778
combo4	-3053	830	213	2490	639



**Dati generali** | Dati sezione | Sforzi | Risultati

Descrizione:

**Tipologia Sezione**

Predefinite (Sollec. rette. Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)

Rettangolari di Pilastri (Sol. rette-deviate. Verifica-Progetto)

Rettangolari di Pareti

Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

**Normativa**

NTC 2018  EC2/EC8

**Caratteristiche della sezione**

Pilastro

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

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

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

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

Metodo AAEM  Ap.fessure riferite alla zona efficace

Condizioni Ambientali (S.L.E.)

Ordinarie  Moderat. aggr.  Molto aggr.

**Tipo di combinazioni di calcolo**

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CDB (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

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

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

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

**CALCESTRUZZO -**

Classe: C25/30

Resis. compr. di progetto fcd: 14.160 MPa

Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020

Def.unit. ultima ecu: 0.0035

Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo

Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa

Resis. media a trazione fctm: 2.560 MPa

Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00

Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 137.50 daN/cm<sup>2</sup>

Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm

Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.00 Mpa

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

**ACCIAIO -**

Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk: 450.00 MPa

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

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	50.3	28	30
2	0.0	0.0	41.6	28	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	6233.36	556.72	196.29	0.00	0.00
2	2059.57	334.80	146.29	0.00	0.00
3	6233.36	556.72	196.29	0.00	0.00
4	5466.13	336.09	231.86	0.00	0.00
5	6233.36	556.72	196.29	0.00	0.00
6	5466.13	336.09	231.86	0.00	0.00
7	8524.13	2199.55	564.61	0.00	0.00
8	-3053.35	2199.55	564.61	0.00	0.00
9	8524.13	2199.55	564.61	0.00	0.00
10	7662.18	887.75	1570.51	0.00	0.00
11	8524.13	2199.55	564.61	0.00	0.00
12	7662.18	887.75	1570.51	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	4403.32	383.90	115.72
2	1587.22	383.90	99.84
3	4403.32	383.90	115.72
4	3883.50	231.71	145.49
5	4403.32	383.90	115.72
6	3883.50	231.71	145.49
7	6247.59	1338.38	330.04
8	-888.06	1338.38	330.04
9	6247.59	1338.38	330.04
10	5569.95	512.85	905.17
11	6247.59	1338.38	330.04
12	5569.95	512.85	905.17

**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	3883.50	231.71 (0.00)	145.49 (0.00)
2	1833.18	231.71 (2854.79)	135.96 (4016.62)
3	3883.50	231.71 (0.00)	145.49 (0.00)
4	3883.50	231.71 (0.00)	145.49 (0.00)
5	3883.50	231.71 (0.00)	145.49 (0.00)
6	3883.50	231.71 (0.00)	145.49 (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	2732.72	0.43 (0.00)	35.98 (0.00)
2	2573.18	0.43 (0.00)	35.98 (0.00)
3	2732.72	0.43 (0.00)	35.98 (0.00)
4	2732.72	0.43 (0.00)	35.98 (0.00)
5	2732.72	0.43 (0.00)	35.98 (0.00)
6	2732.72	0.43 (0.00)	35.98 (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	6233.36	556.72	196.29	6233.11	5618.03	1980.41	10.09	395.8(33.9)
2	S	2059.57	334.80	146.29	2059.39	5260.07	2303.88	15.72	395.8(33.9)
3	S	6233.36	556.72	196.29	6233.11	5618.03	1980.41	10.09	395.8(33.9)
4	S	5466.13	336.09	231.86	5466.03	4906.74	3383.13	14.60	395.8(33.9)
5	S	6233.36	556.72	196.29	6233.11	5618.03	1980.41	10.09	395.8(33.9)
6	S	5466.13	336.09	231.86	5466.03	4906.74	3383.13	14.60	395.8(33.9)
7	S	8524.13	2199.55	564.61	8524.12	5640.92	1445.86	2.56	395.8(33.9)
8	S	-3053.35	2199.55	564.61	-3053.32	4627.19	1184.25	2.10	395.8(33.9)
9	S	8524.13	2199.55	564.61	8524.12	5640.92	1445.86	2.56	395.8(33.9)
10	S	7662.18	887.75	1570.51	7662.44	2902.41	5135.50	3.27	395.8(33.9)
11	S	8524.13	2199.55	564.61	8524.12	5640.92	1445.86	2.56	395.8(33.9)
12	S	7662.18	887.75	1570.51	7662.44	2902.41	5135.50	3.27	395.8(33.9)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	20.0	0.7	0.00292	21.8	45.3	-0.00288	-21.8	-45.3
2	0.00350	24.0	0.7	0.00281	21.8	45.3	-0.00436	-21.8	-45.3
3	0.00350	20.0	0.7	0.00292	21.8	45.3	-0.00288	-21.8	-45.3
4	0.00350	34.1	0.7	0.00291	31.4	39.3	-0.00311	-31.4	-39.3
5	0.00350	20.0	0.7	0.00292	21.8	45.3	-0.00288	-21.8	-45.3
6	0.00350	34.1	0.7	0.00291	31.4	39.3	-0.00311	-31.4	-39.3
7	0.00350	14.9	58.3	0.00299	11.2	49.0	-0.00234	-11.2	-49.0
8	0.00350	14.9	58.3	0.00254	11.2	49.0	-0.00735	-11.2	-49.0
9	0.00350	14.9	58.3	0.00299	11.2	49.0	-0.00234	-11.2	-49.0
10	0.00350	52.2	29.6	0.00296	45.3	21.8	-0.00252	-45.3	-21.8
11	0.00350	14.9	58.3	0.00299	11.2	49.0	-0.00234	-11.2	-49.0
12	0.00350	52.2	29.6	0.00296	45.3	21.8	-0.00252	-45.3	-21.8

### 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	0.000019278	0.000054677	0.000021436	----	----
2	0.000028554	0.000065348	-0.000778818	----	----
3	0.000019278	0.000054677	0.000021436	----	----
4	0.000034087	0.000049411	-0.000101670	----	----
5	0.000019278	0.000054677	0.000021436	----	----
6	0.000034087	0.000049411	-0.000101670	----	----
7	0.000013171	0.000051309	0.000321681	----	----
8	0.000024458	0.000095283	-0.002402297	----	----
9	0.000013171	0.000051309	0.000321681	----	----
10	0.000047585	0.000026898	0.000220345	----	----
11	0.000013171	0.000051309	0.000321681	----	----
12	0.000047585	0.000026898	0.000220345	----	----

**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	4.01	17.3	0.0	20.0	-11.2	-49.0	----	----
2	S	2.41	15.1	0.0	-5.7	-11.2	-49.0	388	7.1
3	S	4.01	17.3	0.0	20.0	-11.2	-49.0	----	----
4	S	3.25	31.9	0.0	21.3	-21.8	-45.3	----	----
5	S	4.01	17.3	0.0	20.0	-11.2	-49.0	----	----
6	S	3.25	31.9	0.0	21.3	-21.8	-45.3	----	----
7	S	8.72	14.4	0.0	-10.9	-11.2	-49.0	473	14.1
8	S	6.40	14.4	0.0	-163.5	-11.2	-49.0	1845	84.8
9	S	8.72	14.4	0.0	-10.9	-11.2	-49.0	473	14.1
10	S	7.03	52.2	0.0	0.7	-45.3	-21.8	0	0.0
11	S	8.72	14.4	0.0	-10.9	-11.2	-49.0	473	14.1
12	S	7.03	52.2	0.0	0.7	-45.3	-21.8	0	0.0

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

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

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

1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00005	0	0.785	30.0	82	0.00002 (0.00002)	719	0.012 (990.00)	1883.16	489.75
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	-0.00012	0	0.694	30.0	82	0.00003 (0.00003)	516	0.017 (990.00)	2466.20	608.16
8	S	-0.00093	0	0.833	30.0	82	0.00060 (0.00049)	464	0.279 (990.00)	619.96	152.88
9	S	-0.00012	0	0.694	30.0	82	0.00003 (0.00003)	516	0.017 (990.00)	2466.20	608.16
10	S	-0.00004	0	0.694	30.0	82	0.00003 (0.00003)	0	0.005 (990.00)	2374.48	4190.91
11	S	-0.00012	0	0.694	30.0	82	0.00003 (0.00003)	516	0.017 (990.00)	2466.20	608.16
12	S	-0.00004	0	0.694	30.0	82	0.00003 (0.00003)	0	0.005 (990.00)	2374.48	4190.91

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.25	31.9	0.0	21.3	-21.8	-45.3	---	---
2	S	2.04	30.4	0.0	3.7	-21.8	-45.3	---	---
3	S	3.25	31.9	0.0	21.3	-21.8	-45.3	---	---
4	S	3.25	31.9	0.0	21.3	-21.8	-45.3	---	---
5	S	3.25	31.9	0.0	21.3	-21.8	-45.3	---	---
6	S	3.25	31.9	0.0	21.3	-21.8	-45.3	---	---

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	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	1.72	60.0	0.0	22.1	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.62	60.0	0.0	20.7	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.72	60.0	0.0	22.1	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.72	60.0	0.0	22.1	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.72	60.0	0.0	22.1	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.72	60.0	0.0	22.1	-50.3	0.0	---	---

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0705001</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	52873	2521	889	38961	17080	
E_103x_SLV_q=1_66	32825	<b>13030</b>	3262	183716	51359	
E_103y_SLV_q=1_67	32825	4941	<b>9464</b>	58210	165975	
E_103x_SLV_q=1_66	32825	13030	3262	183716	51359	
E_103y_SLV_q=1_67	32825	4941	9464	58210	165975	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	13030	4941
sollecitazione massima direzione y	Ty	3262	9464
vettore complessivo, singolo palo	T	1119	890

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	15.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	2839	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	1302	kN
taglio resisistente	V <sub>r</sub>	1302	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	1119	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.86	



## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	90 kg/mc
Plinto di fondazione	170 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 290 kg/mc