

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)**

**VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 1030m**

*Relazione di calcolo Pile - P23*

SCALA:

-

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

**RS3U    40    D    09    CL    VI0605    001    B**

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

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

File: RS3U40D09CLVI0605001B

n. Elab.: 09\_126

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	8
3.	MATERIALI .....	8
3.1	Verifiche SLE.....	9
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	9
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	10
4.	DATI DI BASE .....	11
4.1	Geometrie di base.....	11
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	13
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	13
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	18
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	19
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	19
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	20
5.3	Carichi da traffico verticali .....	20
5.4	Effetti dinamici .....	22
5.5	Disposizione treni di carico.....	22
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	26
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	26
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	28
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	29
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i> .....	30
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	30
5.7	Azione Sismica .....	33
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	34
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	35
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	39
5.7.4	<i>Risposta sismica locale</i> .....	40
5.7.5	<i>Check analisi statica</i> .....	41
5.7.6	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	42
5.7.7	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	43
5.8	Azione Idrostatica.....	44
6.	SOLLECITAZIONI.....	45
6.1	Combinazioni di carico .....	45

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

6.1.1	Configurazione 1 .....	45
6.1.2	Configurazione 2 .....	51
6.1.3	Configurazione 3 .....	57
6.2	Tabella riassuntive, massime sollecitazioni .....	63
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	63
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	69
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	72
8.	FUSTO PILA .....	72
8.1	Modellazione .....	74
8.2	Verifica a presso flessione .....	74
8.3	Verifica a taglio .....	83
8.4	Verifica minimi di armatura .....	84
8.5	Verifica spostamenti.....	86
9	PLINTO DI FONDAZIONE.....	87
9.1	Dimensionamento armature .....	89
9.2	Verifica a presso-flessione.....	90
9.2.1	Direzione trasversale.....	90
9.2.2	Direzione longitudinale.....	95
9.3	Verifica a punzonamento .....	100
10	PALI DI FONDAZIONE.....	101
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	101
10.2	Verifica strutturale .....	101
10.3	Verifica a taglio .....	109
11	INCIDENZE .....	110

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</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 VI06 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 5 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 10.30m, 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 VI06 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 1030m, 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.

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

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

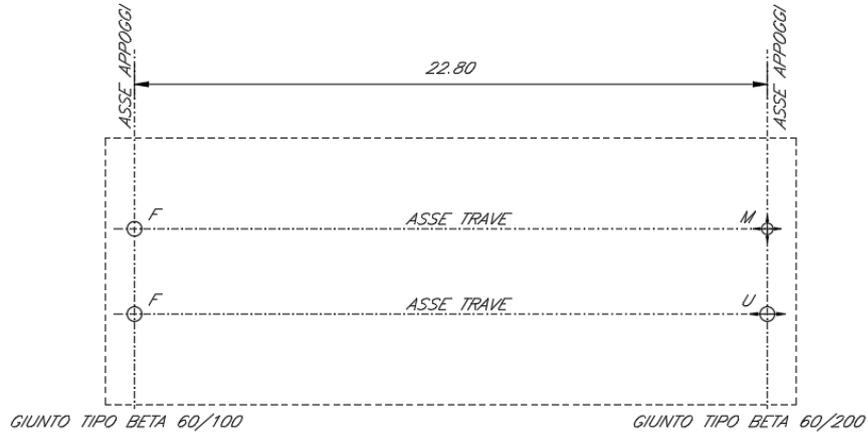
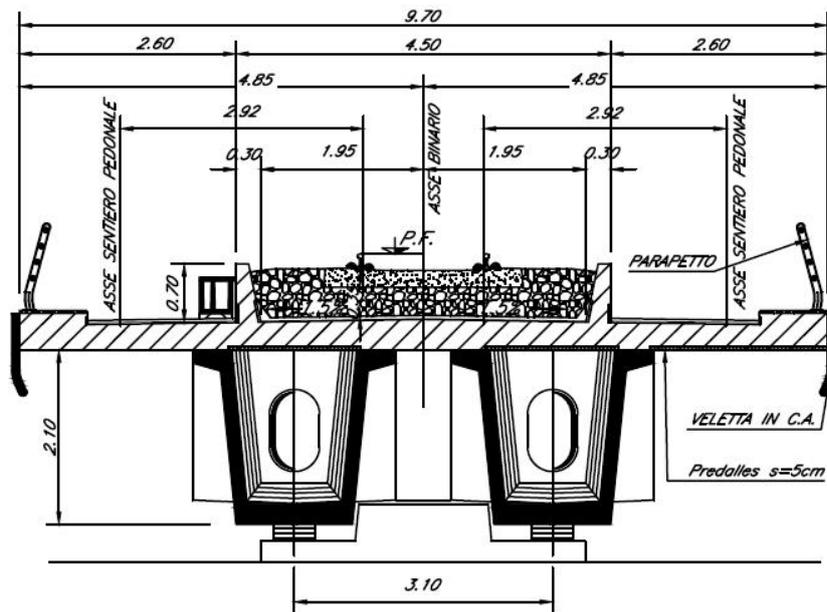
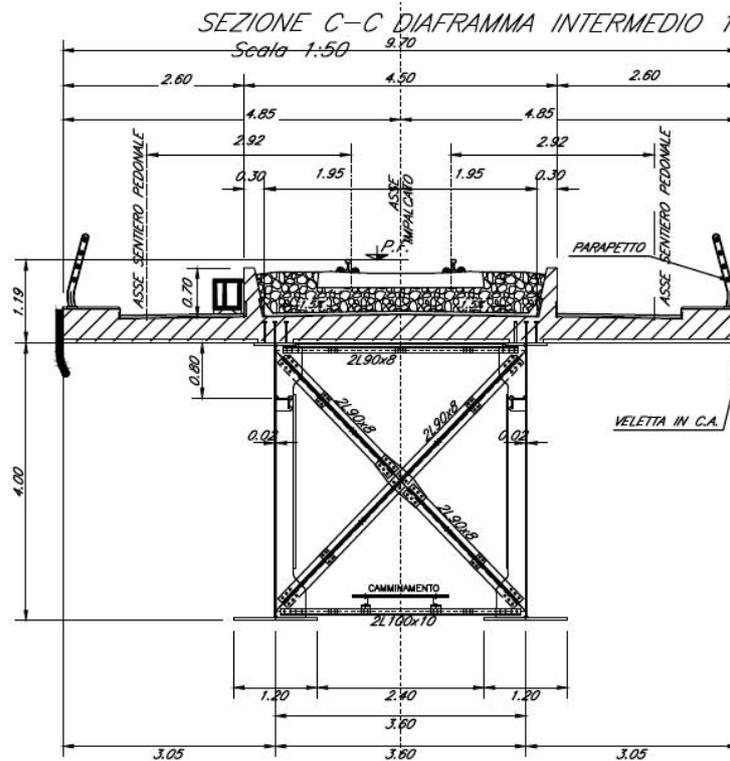
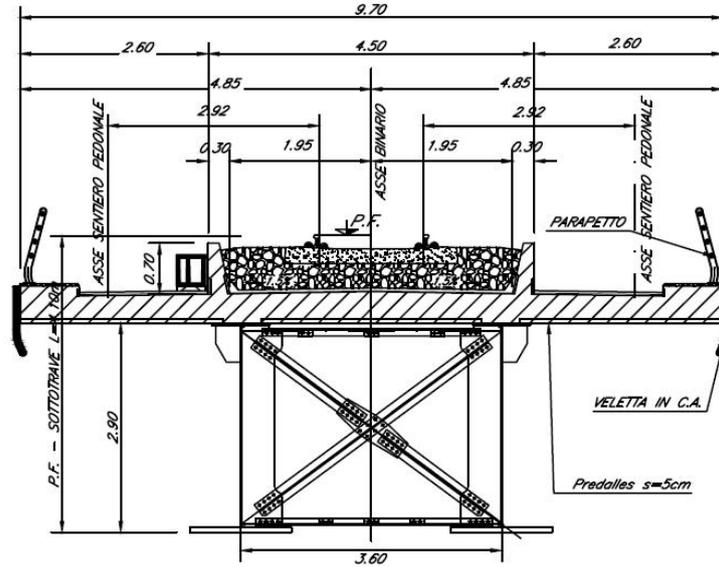


Figura 1: schema appoggi impalcata sx e dx





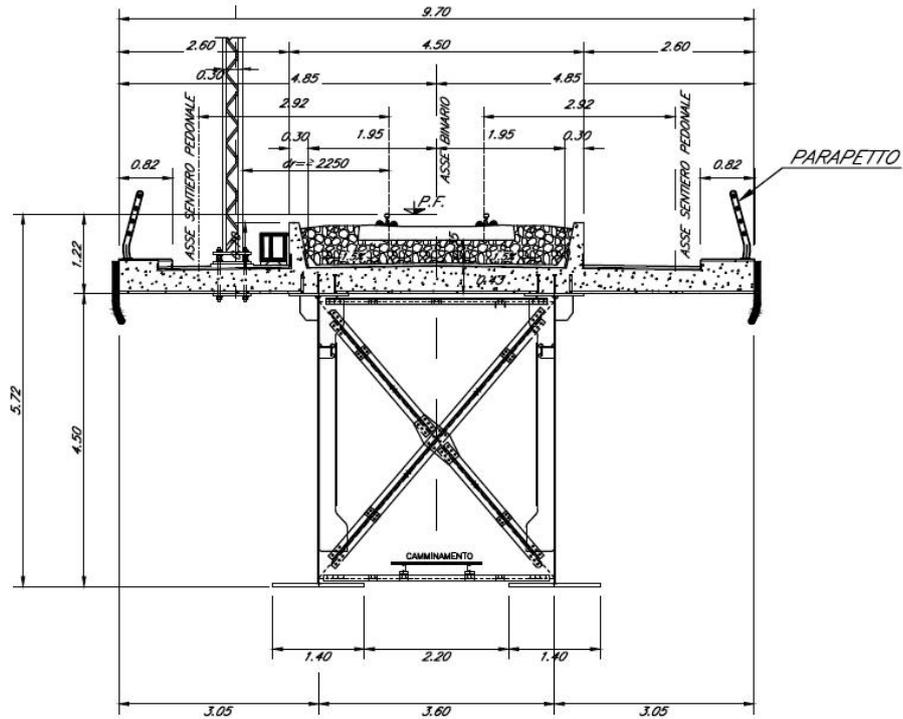


Figura 2: sezione trasversale impalcato

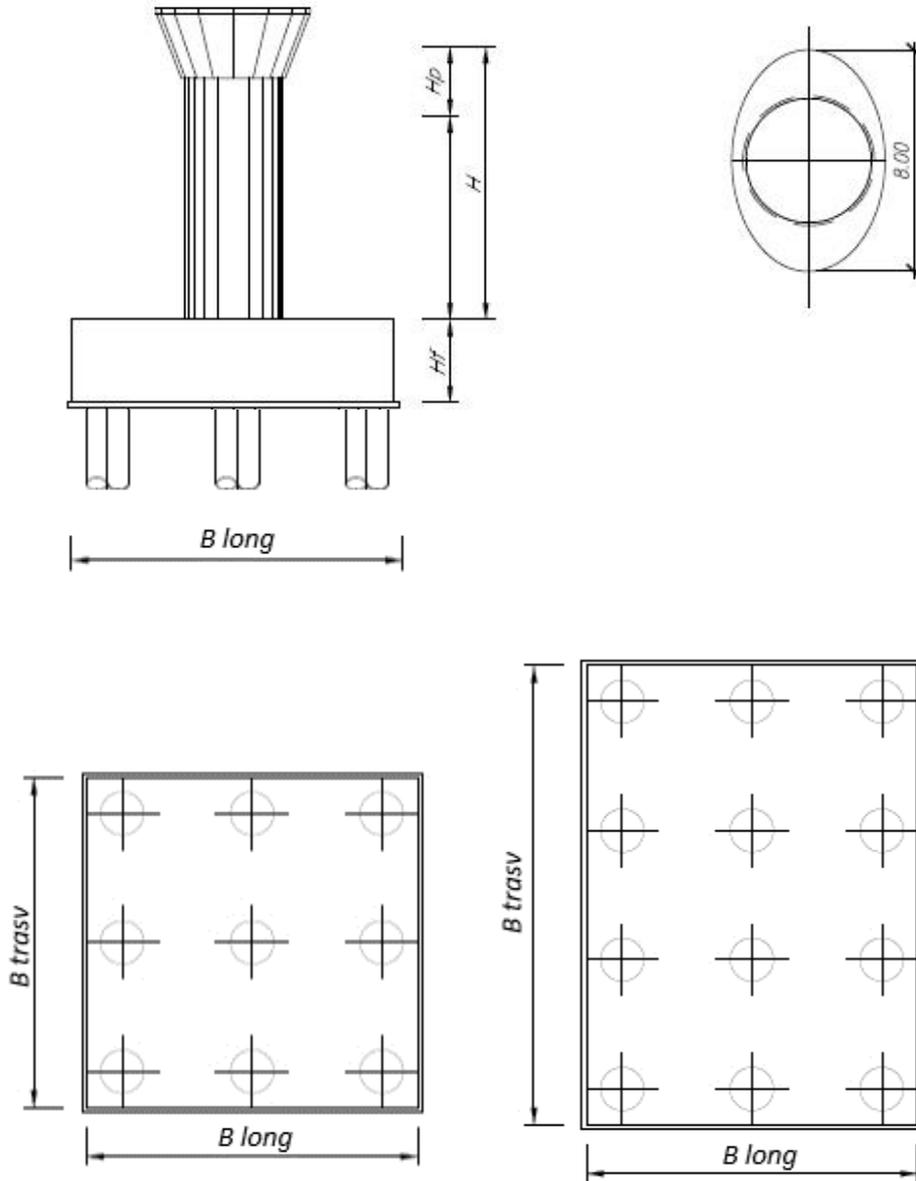


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

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

## 3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

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

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

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

classe di resistenza conglomerato		classe	<b>C32/40</b>	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R <sub>ck</sub>	<b>40</b>	<i>MPa</i>
modulo elastico		E <sub>c</sub>	<b>33346</b>	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f <sub>cm</sub>	<b>40</b>	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f <sub>ck</sub>	<b>32</b>	<i>MPa</i>

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

denominazione tipo d'acciaio		nome	<b>B450</b>	
modulo elastico		E <sub>s</sub>	<b>210000</b>	<i>MPa</i>
tensione media di snervamento		f <sub>ym</sub>	<b>480</b>	<i>MPa</i>
tensione caratteristica di snervamento		f <sub>yk</sub>	<b>450</b>	<i>MPa</i>
tensione di snervamento di calcolo		f <sub>yd</sub>	<b>391.30</b>	<i>MPa</i>
tensione caratteristica a rottura		f <sub>tk</sub>	<b>540</b>	<i>MPa</i>

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

### 3.1 Verifiche SLE

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

#### 3.1.1 Verifiche tensionali

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

#### tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara) : 0.55 f<sub>ck</sub>
- per combinazione quasi permanente : 0.40 f<sub>ck</sub>

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</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:

$$\sigma_{c \max QP} = (0,40 f_{ck}) = 12.8 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{c \max R} = (0,55 f_{ck}) = 17.6 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

$$\sigma_{s \max R} = (0,75 f_{yk}) = 337.5 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

### 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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</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 10.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 2.5m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	10.3	m
tipologia di sezione					<b>circolare</b>	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	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	3300	kN
<b>PULVINO</b>						
asse minore ellisse				a	5.48	m
asse maggiore ellisse				b	8	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	2552	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
asse minore ellisse				a	9.6	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	2.5	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	76.3	m <sup>3</sup>
peso di volume del terreno				y	19	kN/3
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

#### 4.2 Modelli di analisi e verifica

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

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

#### 4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr4_centrif_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	1

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

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

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

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

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

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

## 5. ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Peso proprio elementi strutturali

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

viadotto a binario					Singolo			
lato impalcato					<b>SX</b>			<b>DX</b>
tipologia di impalcato					2'TR			2'TR
luce impalcato					25	m		25
								m
<b>DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE</b>								
altezza cassoncino				h	2.1	m		2.1
spessore medio soletta				s	0.41	m		0.41
estradosso impalcato				H	2.51	m		2.51
spessore ballast + rotaia				hb	0.88	m		0.88
altezza PF da estradosso trave				h2	1.19	m		1.19
								m
lunghezza travata				L	24.3	m		24.3
luce appoggi travata				La	22.8	m		22.8
larghezza totale impalcato				B	9.7	m		
peso permanente strutturale				G1	4050	kN		4050
peso permanenti non strutt				G2	3084	kN		3084
								kN
								kN
<b>Altezze da intradosso del cassoncino</b>								
baricentro del cassoncino				gc	0.89	m		0.89
area cassoncino				Ac	1.14	m <sup>2</sup>		1.14
baricentro della soletta				gs	2.32	m		2.32
area soletta				As	1.00	m <sup>2</sup>		1.00
								m <sup>2</sup>
baricentro sezione trave+soletta			(da intradosso trave)	Gb1	1.56	m		1.56
baricentro del ballast			(da intradosso trave)	Gb2	2.95	m		2.95
altezza piano del ferro			(da intradosso trave)	H	3.29	m		3.29
baricentro treno			(da intradosso trave)	Gb3	5.09	m		5.09

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

## 5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato

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

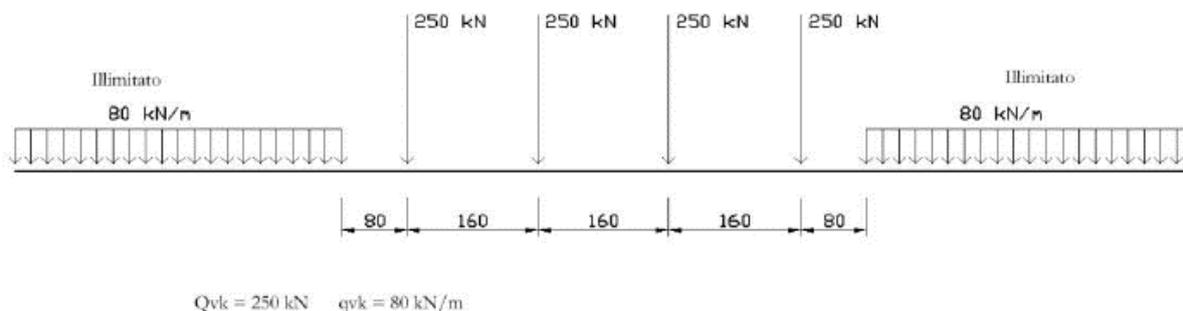
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4050	0
scarichi estradosso Pila - G2	3084	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	9542	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	3084	0
scarichi sui Pali - G1	17475	0
scarichi sui Pali - G2	3084	0

## 5.3 Carichi da traffico verticali

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

### ➤ *Modello di carico LM71*

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



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

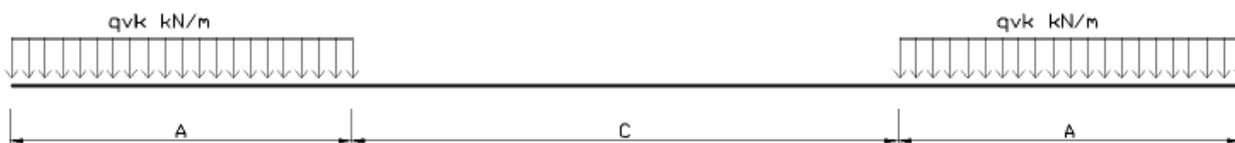
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.4 Effetti dinamici

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

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

#### 5.5 Disposizione treni di carico

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

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

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

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	3350	238	335
COMBO ML	2055	2467	206
COMBO MT	3350	238	335

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

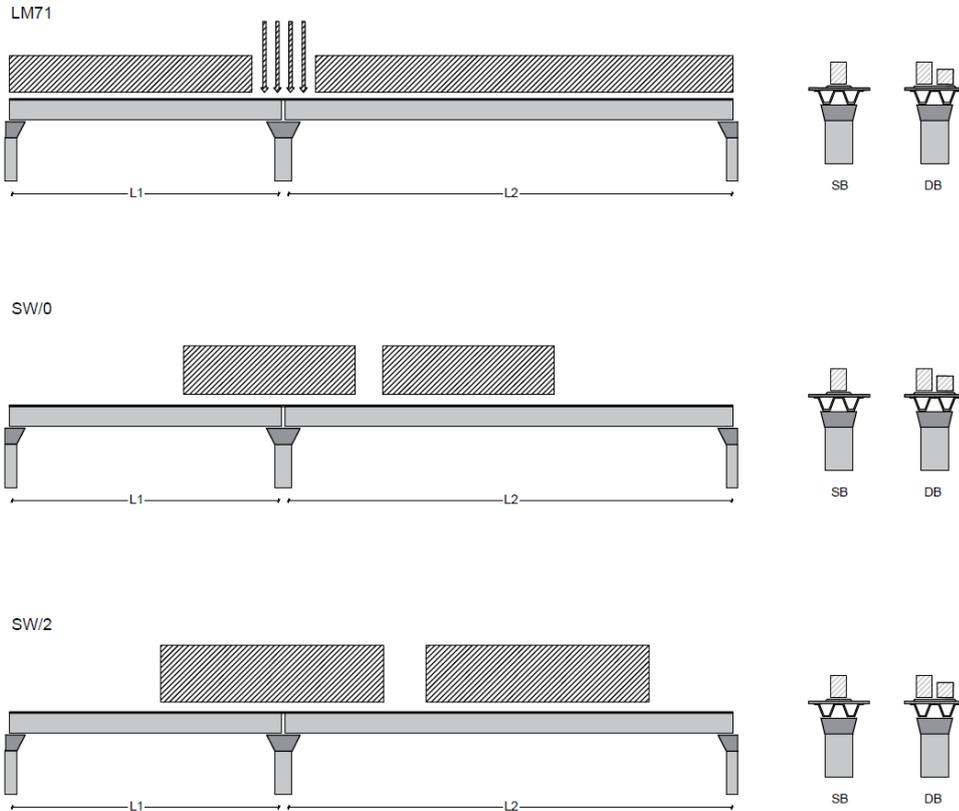
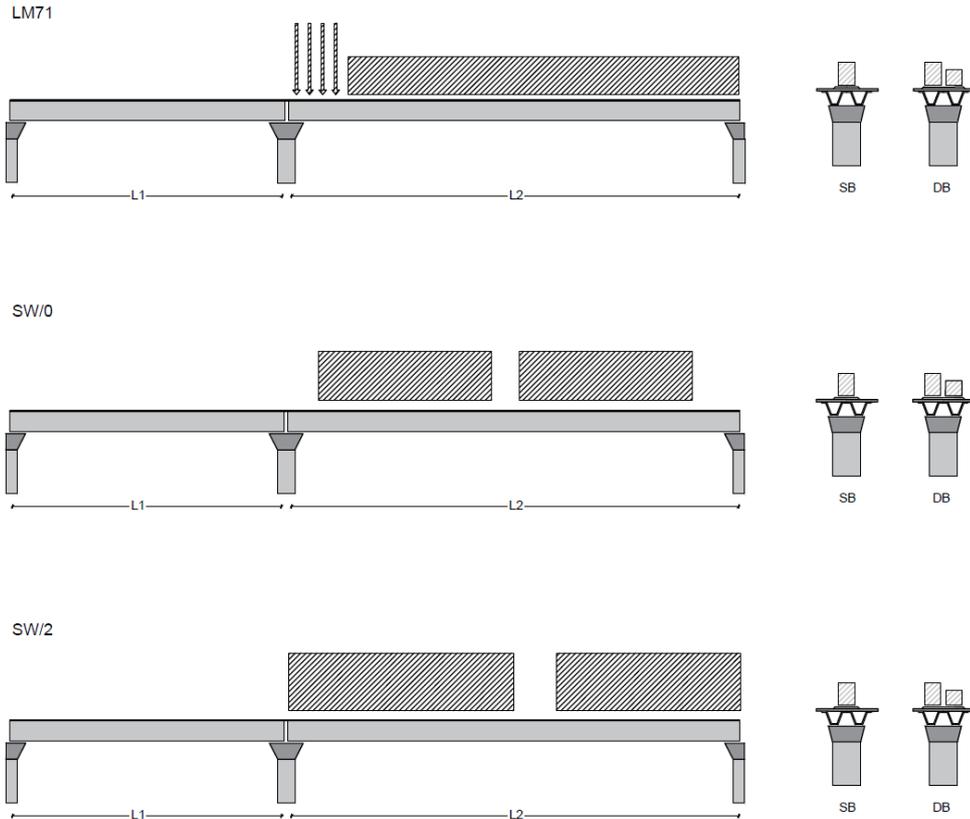


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale



*Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale*

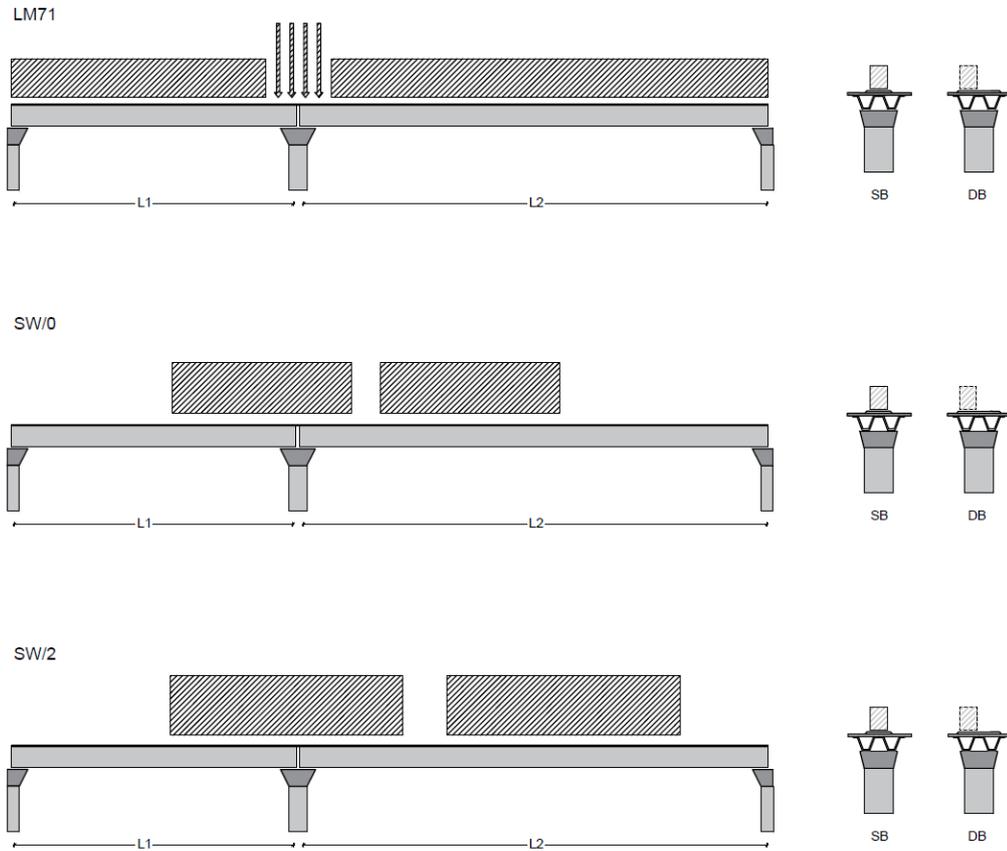


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	2990	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>13.8</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>4.4</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	16.7	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	5.3	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	180.32	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.75	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	4.7486552	0	4.74866	115.3923	650.813

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.2 Serpeggio

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

viadotto a binario			<b>Singolo</b>		
combinazione treni			<b>SW/2</b>		
valore caratteristico della forza			Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento			a	1	
coefficiente di adattamento					
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali					
altezza baggioni e apparecchi d'appoggio				0.45	m
altezza impalcato + soletta				2.51	m
armamento				0.88	m
incremento altezza rotaia + alta				0.1	m
valore caratteristico della Forza			Fsk	<b>100</b>	kN
valore caratteristico Momento Tra			Msk	<b>394</b>	kN/m

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				<b>Singolo</b>	
combinazione treni				<b>SW/2</b>	
posizionamento vincolo fissi				<b>caso peggiore</b>	
estradosso pulvino sommità binario		H	<b>0.45</b>	m	
lunghezza del binario		L	<b>24.3</b>	m	

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

#### FENATURA

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

#### AVVIAMENTO

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.6.4 Forza d'attrito

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

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		h	0.45	m
lunghezza del binario		L	24.3	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>4050</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>3084</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>4382</b>	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	<b>0.04</b>	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	<b>232.3</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>104.6</b>	kN/m

#### 5.6.5 Azione del Vento

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

velocità di base di riferimento slm	Vbo	<b>28</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>500</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>294</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	10.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	10.75	m
	altezza di riferimento	z	14.505	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.59	
	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	1389.44	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.51	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.51	m
		d/h	1.29161	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.04481	
	forza trasversale	fx	21.3	
	forza equivalente in testa pila	Fx	518.5	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2180.2	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.39	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.31258			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.03904			
	forza trasversale	fx	20.9			
	forza equivalente in testa pila	Fx	508.8	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2108.8	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	10.3	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.3711			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1389.44	n/m2		
			1.38944	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	1.1E+07			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00044			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90238	
	rapporto geometrico	l/b	2.28889	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2.28889	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.6342	
	forza trasversale	f tras	<b>0.8</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>8.2</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>6.2</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	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	0.90238	
	rapporto geometrico	l/b	2.28889	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2.28889	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.6342	
	forza longitudinale	f lon	0.79516	
	forza equivalente in testa pila	F lon	8.19017	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	6.18	m

## 5.7 Azione Sismica

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

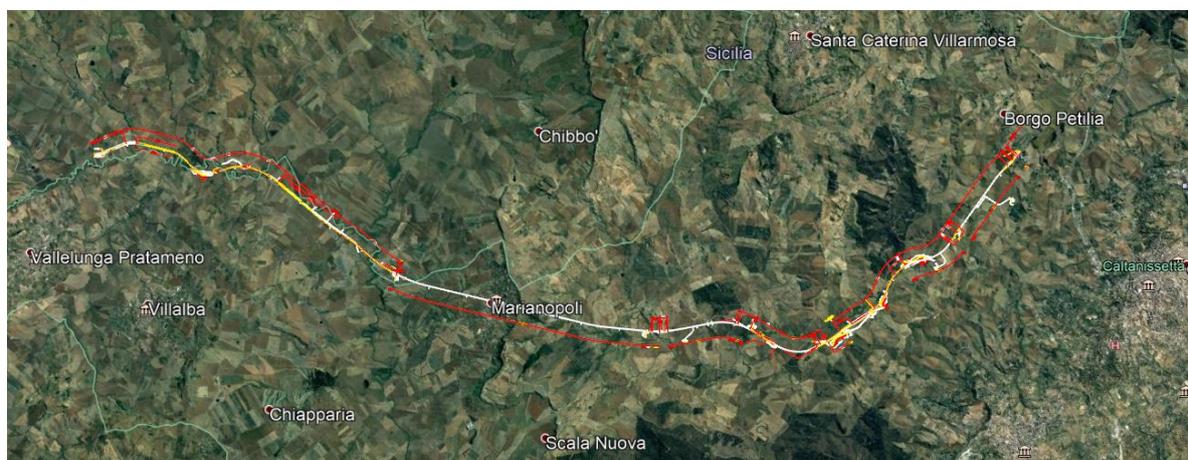


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

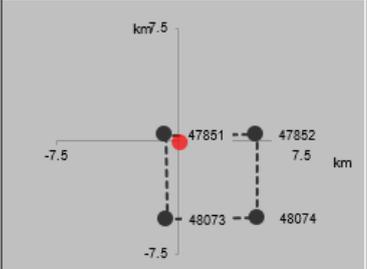
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**



**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

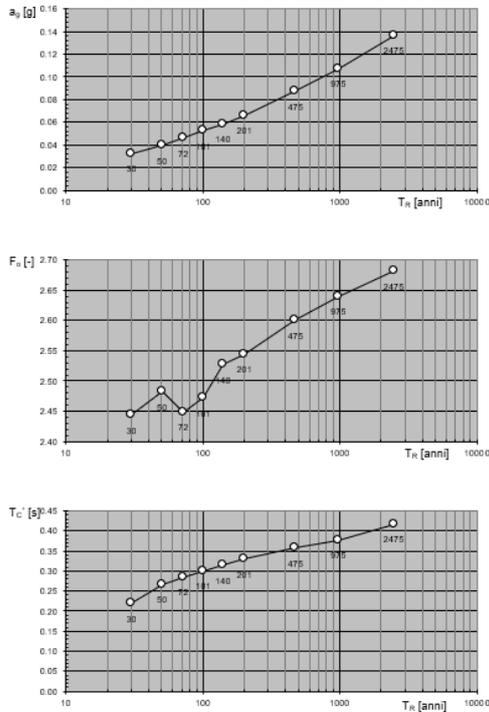


La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

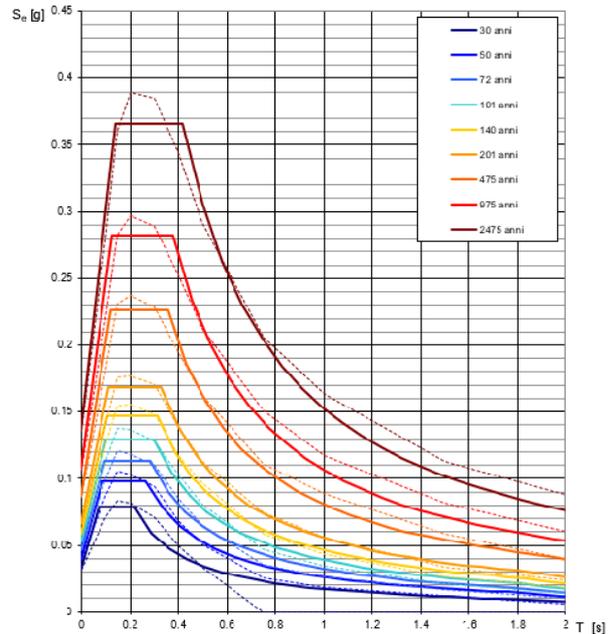
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

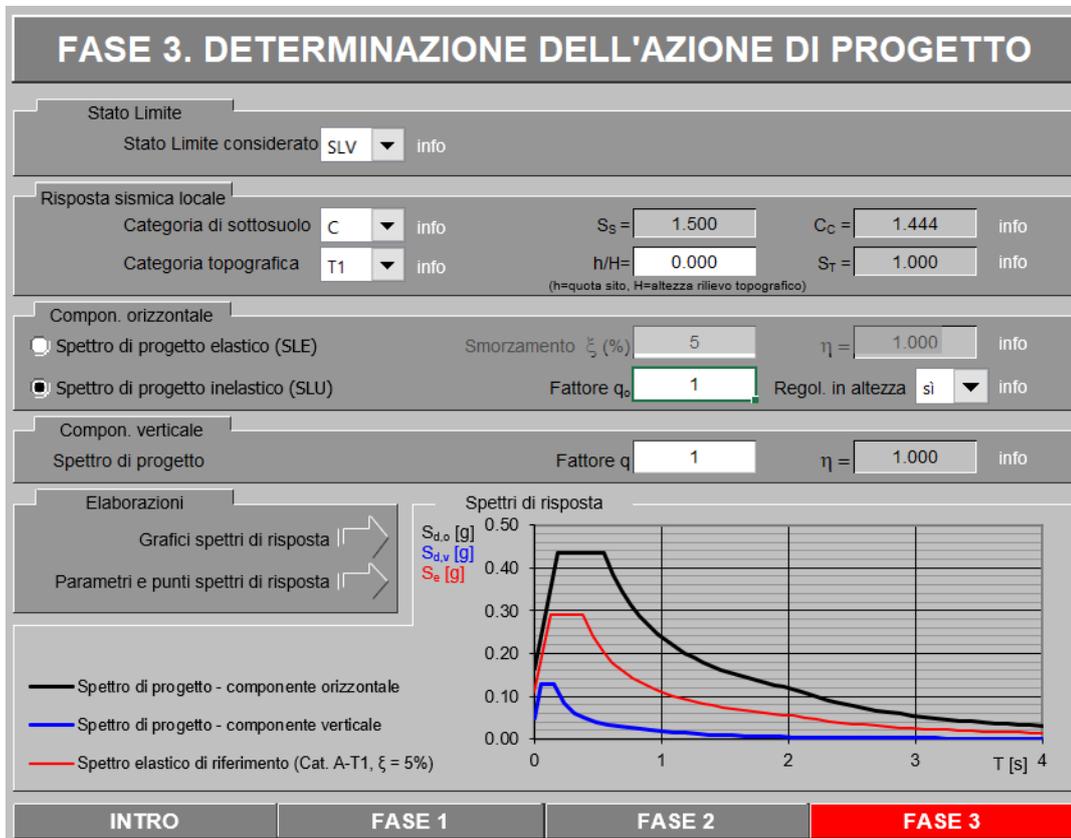
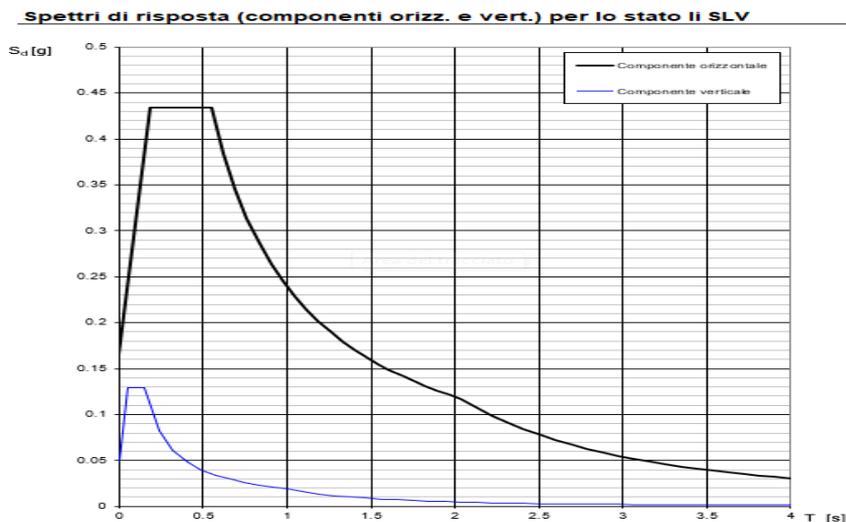


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



La verifica dell'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 limSLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.099 g
$F_0$	2.638
$T_c$	0.511 s
$S_s$	1.500
$C_c$	1.310
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.223 s
$T_C$	0.670 s
$T_D$	1.938 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)**

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  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	0.149
$T_B$	0.223	0.394
$T_C$	0.670	0.394
	0.733	0.360
	0.796	0.331
	0.860	0.307
	0.923	0.286
	0.986	0.267
	1.049	0.251
	1.113	0.237
	1.176	0.224
	1.239	0.213
	1.302	0.203
	1.366	0.193
	1.429	0.185
	1.492	0.177
	1.555	0.170
	1.619	0.163
	1.682	0.157
	1.745	0.151
	1.808	0.146
	1.871	0.141
	1.935	0.136
$T_D$	1.938	0.132
	2.093	0.120
	2.189	0.110
	2.284	0.101
	2.379	0.093
	2.475	0.086
	2.570	0.080
	2.665	0.074
	2.761	0.069
	2.856	0.065
	2.951	0.061
	3.047	0.057
	3.142	0.053
	3.237	0.050
	3.333	0.047
	3.428	0.045
	3.523	0.042
	3.619	0.040
	3.714	0.038
	3.809	0.036
	3.905	0.035
	4.000	0.033

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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</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.

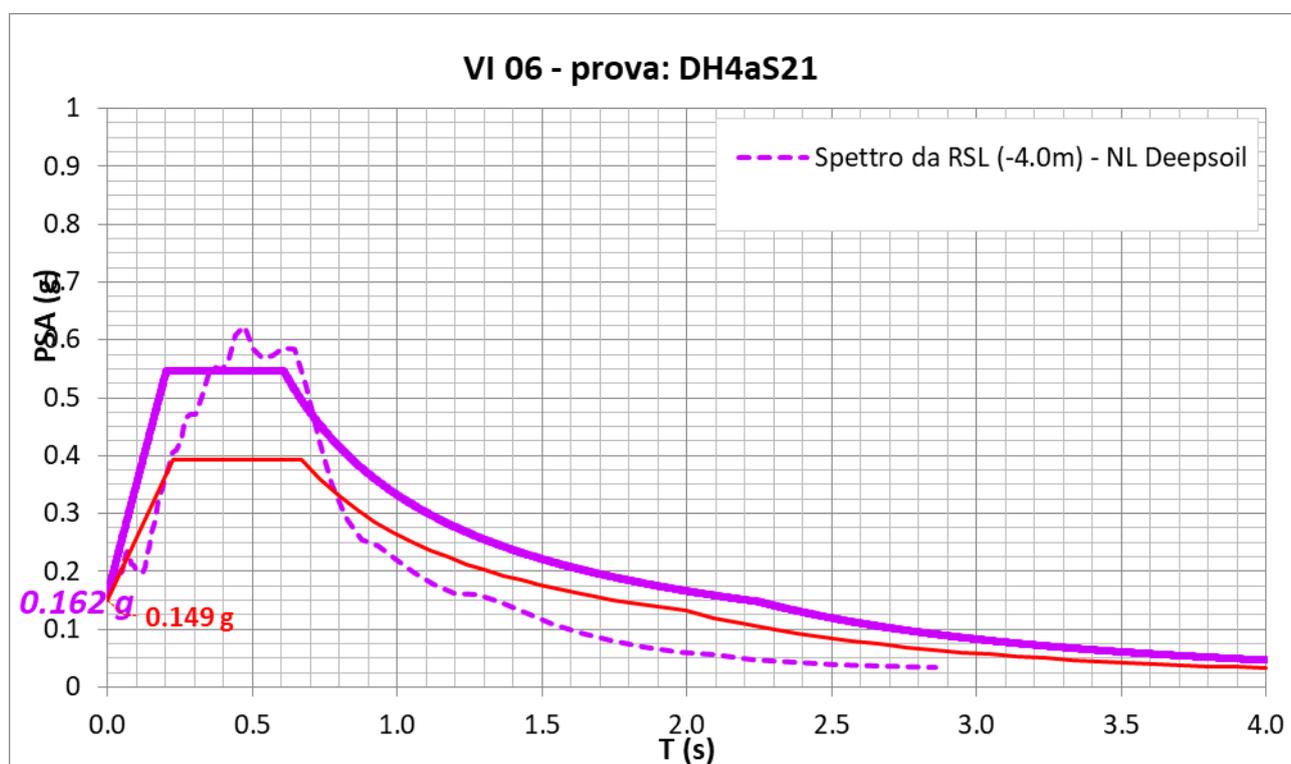
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.7.4 Risposta sismica locale

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



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

5.7.5 *Check analisi statica*

<b>Direzione Longitudinale</b>				
massa treno per direzione long		Com Nmax	4111	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	822	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7956	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	1591	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	3300	kN
massa efficace pila		Mpe	3292	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	11248	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -1700.9 KN</b>
<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	3350	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	670	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7804	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	3300	kN
massa efficace pila		Mpe	3292	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	11096	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -1731.3 KN</b>
<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	3350	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	670	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7804	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	3300	kN
massa efficace pila		Mpe	3292	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	11096	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -1731.3 KN</b>

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

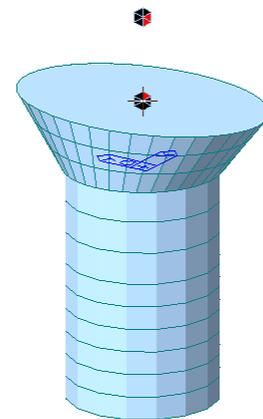
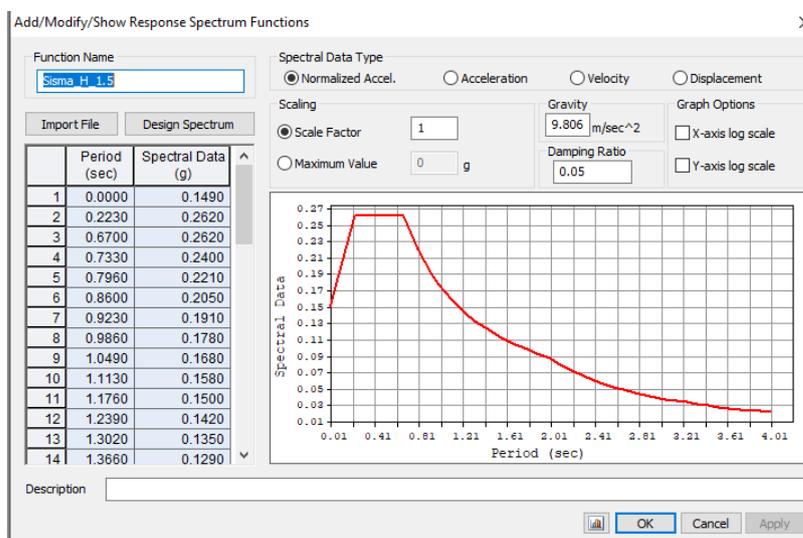
### 5.7.6 Analisi statica equivalente

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	10.30	m
altezza plinto di fondazione	h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof	H <sub>e</sub>	10.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	K <sub>tra</sub>	4.7E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	K <sub>long</sub>	8.9E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	K <sub>vert</sub>	4.0E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	T <sub>tra</sub>	0.32	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	T <sub>long</sub>	0.23	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	T <sub>vert</sub>	0.03	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.36	0.36	0.55	0.25	g
accelerazione componente longitudinale	0.36	0.36	0.55	0.25	g
accelerazione componente verticale	0.09	0.09	0.09	0.03	g
Sforzo assiale	983	983	983	322	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	4044	4449	6066	2814	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	4100	4510	6149	2853	kN
Momento flessionale trasversale	53963	59359	80945	37554	kN m
Momento flessionale longitudinale	44138	48545	66173	30736	kN m

### 5.7.7 Analisi dinamica modale

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



I risultati ottenuti sono i seguenti:

Load	N (kN)	Vtras (kN)	Vlong (kN)	Mtras (kN*m)	Mlong (kN*m)
SISMA $q=1.5$	1321.97	3126.76	3655.33	43086.9	41930.94
SISMA $q=1$	1321.97	4422.98	5173.25	61009.22	59373.82
SISMA sld	466.89	2182.5	2552.22	30094.07	29287.09

quindi si procede con tali

## 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.

### 6.3.5 Escavazioni localizzate viadotto VI06

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]	
P01	0.00	0.00	8	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P02	0.00	0.00	9	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P03	2.56	1.01	31	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.29	plinto scoperto
P04	3.96	2.31	35	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	9.92	plinto scoperto
P05	4.28	1.84	33	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.53	plinto scoperto
P06	4.30	2.30	37	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.12	plinto scoperto
P07	3.49	3.01	31	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	11.58	plinto scoperto
P08	3.32	3.00	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	11.12	plinto scoperto
P09	3.63	2.75	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.58	plinto scoperto
P10	2.38	3.53	41	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	12.78	plinto scoperto
P11	2.02	3.11	41	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	11.43	plinto scoperto
P12	1.85	3.57	47	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	12.51	plinto scoperto
P13	1.43	3.64	41	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	12.17	plinto scoperto
P14	1.77	2.22	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.40	plinto scoperto
P15	1.42	0.17	23	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.48	plinto non scoperto
P16	0.60	0.92	39	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.23	plinto scoperto
P17	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P18	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P19	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P20	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P21	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P22	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P23	0.00	0.00	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P24	0.00	0.00	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P25	0.00	0.00	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo

Trova

Precedente

Secondo quanto riportato nella relazione idraulica di riferimento, la pila in esame non presenta uno scalzamento tale da scoprire il plinto di fondazione. Tale azione risulta quindi non dimensionante, per tale motivo non implementata nelle verifiche.

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

## 6. SOLLECITAZIONI

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

### 6.1 Combinazioni di carico

#### 6.1.1 Configurazione 1

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA</b>						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	14950.6	616.613	414.869	622.402	1540.86	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	10423.3	0	251.888	0	981.735	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	14950.6	1233.23	331.21	899.878	1069.02	
A1_SLU_gr4_centrif_4	13979	986.58	346.429	719.902	1239.23	
A1_SLU_gr1+vento_5	14950.6	623.984	880.127	622.402	3438.8	
A1_SLU_gr2+vento_6	10423.3	7.37115	717.146	0	2879.68	
A1_SLU_gr3+vento_7	14950.6	1240.6	796.468	899.878	2966.96	
A1_SLU_gr4+vento_8	13979	993.951	811.687	719.902	3137.17	
A1_SLU_vento_gr1_9	13979	505.575	1079.34	497.922	4383.33	
A1_SLU_vento_gr2_10	10357.2	12.2853	975.036	0	3947.77	
A1_SLU_vento_gr3_11	13979	998.865	1012.42	719.902	4005.86	
A1_SLU_vento_gr4_12	13979	998.865	1121.86	719.902	4402.46	
SLE_rar_gr1_Treno_14	10483.7	425.25	244.243	429.243	1043.82	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	7361.47	0	169.309	0	675.075	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	10483.7	850.5	186.547	620.605	718.413	
SLE_rar_gr4_centrif_17	9813.66	680.4	205.084	496.484	839.416	
SLE_rar_gr1+vento_18	10483.7	430.164	554.415	429.243	2309.11	
SLE_rar_gr2+vento_19	7361.47	4.9141	479.481	0	1940.37	
SLE_rar_gr3+vento_20	10483.7	855.414	496.719	620.605	1983.71	
SLE_rar_gr4+vento_21	9813.66	685.314	515.256	496.484	2104.71	
SLE_rar_vento_gr1_22	9813.66	348.39	699.483	343.394	2938.09	
SLE_rar_vento_gr2_23	7315.87	8.19017	651.525	0	2648.49	
SLE_rar_vento_gr3_24	9813.66	688.59	653.326	496.484	2677.76	
SLE_rar_vento_gr4_25	9813.66	688.59	722.037	496.484	2948.24	

SLE_fre_gr1_Treno_27	9813.66	340.2	167.494	343.394	822.5
SLE_fre_gr2_Scarico_28	7315.87	0	127.529	0	536.497
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	9813.66	680.4	121.337	496.484	562.175
SLE_fre_gr4_centrif_30	9813.66	680.4	186.289	496.484	830.958
SLE_fre_gr1+vento_31	9813.66	341.838	270.884	343.394	1244.26
SLE_fre_gr2+vento_32	7315.87	1.63803	230.92	0	958.262
SLE_fre_gr3+vento_33	9813.66	682.038	224.727	496.484	983.94
SLE_fre_gr4+vento_34	9813.66	682.038	289.679	496.484	1252.72
SLE_fre_vento_gr1_35	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58
SLE_fre_vento_gr2_36	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58
SLE_fre_vento_gr3_37	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58
SLE_fre_vento_gr4_38	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58
SLE_fre_gr1_temp39	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_fre_gr2_temp40	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_fre_gr3_temp41	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_fre_gr3_temp42	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_qp_gr1_Treno_44	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_45	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_47	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr2+vento_49	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr3+vento_50	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr4+vento_51	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr1_52	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr2_53	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr3_54	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr4_55	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr1_temp56	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp57	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp58	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp59	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_60	7467.8	3942.67	1253.64	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	7467.8	1183.95	3843.37	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	8247.91	1183.95	1253.64	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	7467.8	4336.77	1364.63	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	7467.8	1302.18	4213.33	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	8247.91	1302.18	1364.63	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	7467.8	5912.21	1807.5	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	7467.8	1774.81	5689.56	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	8247.91	1774.81	1807.5	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	7251.62	2746.43	916.424	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	7251.62	825.075	2719.3	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	7527.3	825.075	916.424	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	22365	616.613	414.869	6973.51	5814.01
A1_SLU_gr2_Scarico_2	17837.7	0	251.888	0	3576.18
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	22365	1233.23	331.21	13602.1	4480.48
A1_SLU_gr4_centrif_4	21393.4	986.58	346.429	10881.7	4807.45
A1_SLU_gr1+vento_5	22365	623.984	880.127	7049.43	12504.1
A1_SLU_gr2+vento_6	17837.7	7.37115	717.146	75.9229	10266.3
A1_SLU_gr3+vento_7	22365	1240.6	796.468	13678	11170.6
A1_SLU_gr4+vento_8	21393.4	993.951	811.687	10957.6	11497.5
A1_SLU_vento_gr1_9	21393.4	505.575	1079.34	5705.35	15500.6
A1_SLU_vento_gr2_10	17771.6	12.2853	975.036	126.538	13990.6
A1_SLU_vento_gr3_11	21393.4	998.865	1012.42	11008.2	14433.8
A1_SLU_vento_gr4_12	21393.4	998.865	1121.86	11008.2	15957.6
SLE_rar_gr1_Treno_14	15975.9	425.25	244.243	4809.32	3559.52
SLE_rar_gr2_Scarico_15	12853.6	0	169.309	0	2418.96
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	15975.9	850.5	186.547	9380.76	2639.85
SLE_rar_gr4_centrif_17	15305.8	680.4	205.084	7504.6	2951.78
SLE_rar_gr1+vento_18	15975.9	430.164	554.415	4859.93	8019.59
SLE_rar_gr2+vento_19	12853.6	4.9141	479.481	50.6152	6879.03
SLE_rar_gr3+vento_20	15975.9	855.414	496.719	9431.37	7099.91
SLE_rar_gr4+vento_21	15305.8	685.314	515.256	7555.22	7411.84
SLE_rar_vento_gr1_22	15305.8	348.39	699.483	3931.81	10142.8
SLE_rar_vento_gr2_23	12808	8.19017	651.525	84.3587	9359.2
SLE_rar_vento_gr3_24	15305.8	688.59	653.326	7588.96	9407.02
SLE_rar_vento_gr4_25	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2
SLE_fre_gr1_Treno_27	15305.8	340.2	167.494	3847.45	2547.69
SLE_fre_gr2_Scarico_28	12808	0	127.529	0	1850.05
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	15305.8	680.4	121.337	7504.6	1811.94
SLE_fre_gr4_centrif_30	15305.8	680.4	186.289	7504.6	2749.73
SLE_fre_gr1+vento_31	15305.8	341.838	270.884	3864.33	4034.37
SLE_fre_gr2+vento_32	12808	1.63803	230.92	16.8717	3336.73
SLE_fre_gr3+vento_33	15305.8	682.038	224.727	7521.48	3298.63
SLE_fre_gr4+vento_34	15305.8	682.038	289.679	7521.48	4236.42
SLE_fre_vento_gr1_35	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71

SLE_fre_vento_gr2_36	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71
SLE_fre_vento_gr3_37	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71
SLE_fre_vento_gr4_38	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71
SLE_fre_gr1_temp39	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_fre_gr2_temp40	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_fre_gr3_temp41	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_fre_gr3_temp42	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_qp_gr1_Treno_44	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_Scarico_45	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr4_centrif_47	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr1+vento_48	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr2+vento_49	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr3+vento_50	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr4+vento_51	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr1_52	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr2_53	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr3_54	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr4_55	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr1_temp56	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_temp57	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp58	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp59	12625.6	0	40.3709	0	433.988
E_103x_SLV_q=1.5_60	12959.9	3942.67	1253.64	39251.2	13973.1
E_103y_SLV_q=1.5_61	12959.9	1183.95	3843.37	11775.4	45550.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	13740.1	1183.95	1253.64	11775.4	13973.1
E_103x_SLV_q=1.36_63	12959.9	4336.77	1364.63	43176.3	15326.5
E_103y_SLV_q=1.36_64	12959.9	1302.18	4213.33	12952.9	50061.7
E_103z_SLV_q=1.36_65	13740.1	1302.18	1364.63	12952.9	15326.5
E_103x_SLV_q=1_66	12959.9	5912.21	1807.5	58904.5	20748.9
E_103y_SLV_q=1_67	12959.9	1774.81	5689.56	17671.4	68136.4
E_103z_SLV_q=1_68	13740.1	1774.81	1807.5	17671.4	20748.9
E_103x_SLD_q=1_69	12743.8	2746.43	916.424	27352.5	9870.46
E_103y_SLD_q=1_70	12743.8	825.075	2719.3	8205.74	31875
E_103z_SLD_q=1_71	13019.4	825.075	916.424	8205.74	9870.46

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	33074.9	616.613	414.869	8515.04	6851.18
A1_SLU_gr2_Scarico_2	28547.7	0	251.888	0	4205.9
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	33074.9	1233.23	331.21	16685.2	5308.5
A1_SLU_gr4_centrif_4	32103.3	986.58	346.429	13348.1	5673.52
A1_SLU_gr1+vento_5	33074.9	623.984	880.127	8609.39	14704.4
A1_SLU_gr2+vento_6	28547.7	7.37115	717.146	94.3507	12059.1
A1_SLU_gr3+vento_7	33074.9	1240.6	796.468	16779.5	13161.7
A1_SLU_gr4+vento_8	32103.3	993.951	811.687	13442.5	13526.8
A1_SLU_vento_gr1_9	32103.3	505.575	1079.34	6969.29	18198.9
A1_SLU_vento_gr2_10	28481.5	12.2853	975.036	157.251	16428.2
A1_SLU_vento_gr3_11	32103.3	998.865	1012.42	13505.4	16964.8
A1_SLU_vento_gr4_12	32103.3	998.865	1121.86	13505.4	18762.3
SLE_rar_gr1_Treno_14	23909.1	425.25	244.243	5872.44	4170.13
SLE_rar_gr2_Scarico_15	20786.9	0	169.309	0	2842.24
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	23909.1	850.5	186.547	11507	3106.22
SLE_rar_gr4_centrif_17	23239.1	680.4	205.084	9205.6	3464.49
SLE_rar_gr1+vento_18	23909.1	430.164	554.415	5935.34	9405.63
SLE_rar_gr2+vento_19	20786.9	4.9141	479.481	62.9005	8077.73
SLE_rar_gr3+vento_20	23909.1	855.414	496.719	11569.9	8341.71
SLE_rar_gr4+vento_21	23239.1	685.314	515.256	9268.5	8699.98
SLE_rar_vento_gr1_22	23239.1	348.39	699.483	4802.79	11891.5
SLE_rar_vento_gr2_23	20741.3	8.19017	651.525	104.834	10988
SLE_rar_vento_gr3_24	23239.1	688.59	653.326	9310.44	11040.3
SLE_rar_vento_gr4_25	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3
SLE_fre_gr1_Treno_27	23239.1	340.2	167.494	4697.95	2966.42
SLE_fre_gr2_Scarico_28	20741.3	0	127.529	0	2168.87
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	23239.1	680.4	121.337	9205.6	2115.29
SLE_fre_gr4_centrif_30	23239.1	680.4	186.289	9205.6	3215.45
SLE_fre_gr1+vento_31	23239.1	341.838	270.884	4718.92	4711.58
SLE_fre_gr2+vento_32	20741.3	1.63803	230.92	20.9668	3914.03
SLE_fre_gr3+vento_33	23239.1	682.038	224.727	9226.57	3860.45
SLE_fre_gr4+vento_34	23239.1	682.038	289.679	9226.57	4960.62
SLE_fre_vento_gr1_35	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83
SLE_fre_vento_gr2_36	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83

SLE_fre_vento_gr3_37	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83
SLE_fre_vento_gr4_38	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83
SLE_fre_gr1_temp39	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_fre_gr2_temp40	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_fre_gr3_temp41	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_fre_gr3_temp42	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_qp_gr1_Treno_44	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr2_Scarico_45	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr4_centrif_47	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr1+vento_48	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr2+vento_49	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr3+vento_50	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr4+vento_51	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr1_52	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr2_53	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr3_54	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr4_55	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr1_temp56	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr2_temp57	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr3_temp58	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr3_temp59	20558.9	0	40.3709	0	534.915
E_103x_SLV_q=1.5_60	20994	4875.04	1533.36	51438.8	17806.5
E_103y_SLV_q=1.5_61	20994	2116.32	4123.08	17066.2	55858.4
E_103z_SLV_q=1.5_62	22009.4	2116.32	1533.36	17066.2	17806.5
E_103x_SLV_q=1.36_63	20994	5269.14	1644.34	56349.2	19437.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	20994	2234.55	4493.04	18539.3	61294.3
E_103z_SLV_q=1.36_65	22009.4	2234.55	1644.34	18539.3	19437.3
E_103x_SLV_q=1_66	20994	6844.58	2087.21	76016	25966.9
E_103y_SLV_q=1_67	20994	2707.18	5969.27	24439.3	83059.6
E_103z_SLV_q=1_68	22009.4	2707.18	2087.21	24439.3	25966.9
E_103x_SLD_q=1_69	20711.6	3203	1053.4	35360	12504
E_103y_SLD_q=1_70	20711.6	1281.65	2856.27	11409.9	39015.7
E_103z_SLD_q=1_71	21067.7	1281.65	1053.4	11409.9	12504

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

6.1.2 Configurazione 2

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA</b>						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	347.281	3853.96	1322.7	
A1_SLU_gr2_Scarico_73	10423.3	0	251.888	0	981.735	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	263.622	4131.43	850.862	
A1_SLU_gr4_centrif_75	12477.1	986.58	292.358	3305.15	1064.7	
A1_SLU_gr1+vento_76	13073.1	623.984	812.539	3853.96	3220.64	
A1_SLU_gr2+vento_77	10423.3	7.37115	717.146	0	2879.68	
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1240.6	728.88	4131.43	2748.8	
A1_SLU_gr4+vento_79	12477.1	993.951	757.616	3305.15	2962.64	
A1_SLU_vento_gr1_80	12477.1	505.575	1036.09	3083.17	4213.67	
A1_SLU_vento_gr2_81	10357.2	12.2853	975.036	0	3947.77	
A1_SLU_vento_gr3_82	12477.1	998.865	969.16	3305.15	3836.2	
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	998.865	1067.79	3305.15	4227.94	
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	213.168	2657.9	900.357	
SLE_rar_gr2_Scarico_86	7361.47	0	169.309	0	675.075	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	155.472	2849.27	574.951	
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	180.224	2279.41	724.646	
SLE_rar_gr1+vento_89	9188.92	430.164	523.34	2657.9	2165.65	
SLE_rar_gr2+vento_90	7361.47	4.9141	479.481	0	1940.37	
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	855.414	465.644	2849.27	1840.24	
SLE_rar_gr4+vento_92	8777.83	685.314	490.396	2279.41	1989.94	
SLE_rar_vento_gr1_93	8777.83	348.39	679.595	2126.32	2825.56	
SLE_rar_vento_gr2_94	7315.87	8.19017	651.525	0	2648.49	
SLE_rar_vento_gr3_95	8777.83	688.59	633.438	2279.41	2565.23	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	688.59	697.177	2279.41	2833.47	
SLE_fre_gr1_Treno_98	8777.83	340.2	150.92	2126.32	711.459	
SLE_fre_gr2_Scarico_99	7315.87	0	127.529	0	536.497	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	8777.83	680.4	104.763	2279.41	451.134	
SLE_fre_gr4_centrif_101	8777.83	680.4	165.572	2279.41	718.052	
SLE_fre_gr1+vento_102	8777.83	341.838	254.311	2126.32	1133.22	
SLE_fre_gr2+vento_103	7315.87	1.63803	230.92	0	958.262	
SLE_fre_gr3+vento_104	8777.83	682.038	208.154	2279.41	872.899	
SLE_fre_gr4+vento_105	8777.83	682.038	268.963	2279.41	1139.82	

SLE_fre_vento_gr1_106	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58
SLE_fre_vento_gr2_107	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58
SLE_fre_vento_gr3_108	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58
SLE_fre_vento_gr4_109	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58
SLE_fre_gr1_temp110	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_fre_gr2_temp111	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_fre_gr3_temp112	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_fre_gr3_temp113	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_116	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_118	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr2+vento_120	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr3+vento_121	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr4+vento_122	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr1_123	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr2_124	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr3_125	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr4_126	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr1_temp127	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp128	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp129	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp130	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_131	7467.8	3942.67	1253.64	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	7467.8	1183.95	3843.37	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	8247.91	1183.95	1253.64	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	7467.8	4336.77	1364.63	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	7467.8	1302.18	4213.33	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	8247.91	1302.18	1364.63	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	7467.8	5912.21	1807.5	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	7467.8	1774.81	5689.56	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	8247.91	1774.81	1807.5	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	7229.99	2854.6	988.074	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	7229.99	857.526	2958.13	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	7455.21	857.526	988.074	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	20487.5	616.613	347.281	10205.1	4899.7
A1_SLU_gr2_Scarico_73	17837.7	0	251.888	0	3576.18
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	20487.5	1233.23	263.622	16833.7	3566.17
A1_SLU_gr4_centrif_75	19891.5	986.58	292.358	13466.9	4075.99
A1_SLU_gr1+vento_76	20487.5	623.984	812.539	10281	11589.8
A1_SLU_gr2+vento_77	17837.7	7.37115	717.146	75.9229	10266.3
A1_SLU_gr3+vento_78	20487.5	1240.6	728.88	16909.6	10256.3
A1_SLU_gr4+vento_79	19891.5	993.951	757.616	13542.8	10766.1
A1_SLU_vento_gr1_80	19891.5	505.575	1036.09	8290.59	14885.4
A1_SLU_vento_gr2_81	17771.6	12.2853	975.036	126.538	13990.6
A1_SLU_vento_gr3_82	19891.5	998.865	969.16	13593.5	13818.6
A1_SLU_vento_gr4_83	19891.5	998.865	1067.79	13593.5	15226.2
SLE_rar_gr1_Treno_85	14681.1	425.25	213.168	7037.98	3095.99
SLE_rar_gr2_Scarico_86	12853.6	0	169.309	0	2418.96
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	14681.1	850.5	155.472	11609.4	2176.31
SLE_rar_gr4_centrif_88	14270	680.4	180.224	9287.53	2580.95
SLE_rar_gr1+vento_89	14681.1	430.164	523.34	7088.59	7556.06
SLE_rar_gr2+vento_90	12853.6	4.9141	479.481	50.6152	6879.03
SLE_rar_gr3+vento_91	14681.1	855.414	465.644	11660	6636.38
SLE_rar_gr4+vento_92	14270	685.314	490.396	9338.15	7041.01
SLE_rar_vento_gr1_93	14270	348.39	679.595	5714.74	9825.39
SLE_rar_vento_gr2_94	12808	8.19017	651.525	84.3587	9359.2
SLE_rar_vento_gr3_95	14270	688.59	633.438	9371.89	9089.64
SLE_rar_vento_gr4_96	14270	688.59	697.177	9371.89	10014.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	14270	340.2	150.92	5630.38	2265.94
SLE_fre_gr2_Scarico_99	12808	0	127.529	0	1850.05
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	14270	680.4	104.763	9287.53	1530.2
SLE_fre_gr4_centrif_101	14270	680.4	165.572	9287.53	2423.44
SLE_fre_gr1+vento_102	14270	341.838	254.311	5647.25	3752.63
SLE_fre_gr2+vento_103	12808	1.63803	230.92	16.8717	3336.73
SLE_fre_gr3+vento_104	14270	682.038	208.154	9304.4	3016.89
SLE_fre_gr4+vento_105	14270	682.038	268.963	9304.4	3910.13
SLE_fre_vento_gr1_106	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71

SLE_fre_vento_gr2_107	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71
SLE_fre_vento_gr3_108	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71
SLE_fre_vento_gr4_109	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71
SLE_fre_gr1_temp110	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_fre_gr2_temp111	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_fre_gr3_temp112	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_fre_gr3_temp113	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_qp_gr1_Treno_115	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_Scarico_116	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr4_centrif_118	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr1+vento_119	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr2+vento_120	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr3+vento_121	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr4+vento_122	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr1_123	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr2_124	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr3_125	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr4_126	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr1_temp127	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_temp128	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp129	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp130	12625.6	0	40.3709	0	433.988
E_103x_SLV_q=1.5_131	12959.9	3942.67	1253.64	39251.2	13973.1
E_103y_SLV_q=1.5_132	12959.9	1183.95	3843.37	11775.4	45550.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	13740.1	1183.95	1253.64	11775.4	13973.1
E_103x_SLV_q=1.36_134	12959.9	4336.77	1364.63	43176.3	15326.5
E_103y_SLV_q=1.36_135	12959.9	1302.18	4213.33	12952.9	50061.7
E_103z_SLV_q=1.36_136	13740.1	1302.18	1364.63	12952.9	15326.5
E_103x_SLV_q=1_137	12959.9	5912.21	1807.5	58904.5	20748.9
E_103y_SLV_q=1_138	12959.9	1774.81	5689.56	17671.4	68136.4
E_103z_SLV_q=1_139	13740.1	1774.81	1807.5	17671.4	20748.9
E_103x_SLD_q=1_140	12722.1	2854.6	988.074	30736.3	11706
E_103y_SLD_q=1_141	12722.1	857.526	2958.13	9220.9	37993.5
E_103z_SLD_q=1_142	12947.4	857.526	988.074	9220.9	11706

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	31197.5	616.613	347.281	11746.6	5767.9
A1_SLU_gr2_Scarico_73	28547.7	0	251.888	0	4205.9
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	31197.5	1233.23	263.622	19916.7	4225.22
A1_SLU_gr4_centrif_75	30601.4	986.58	292.358	15933.4	4806.89
A1_SLU_gr1+vento_76	31197.5	623.984	812.539	11840.9	13621.1
A1_SLU_gr2+vento_77	28547.7	7.37115	717.146	94.3507	12059.1
A1_SLU_gr3+vento_78	31197.5	1240.6	728.88	20011.1	12078.5
A1_SLU_gr4+vento_79	30601.4	993.951	757.616	16027.7	12660.1
A1_SLU_vento_gr1_80	30601.4	505.575	1036.09	9554.53	17475.6
A1_SLU_vento_gr2_81	28481.5	12.2853	975.036	157.251	16428.2
A1_SLU_vento_gr3_82	30601.4	998.865	969.16	16090.6	16241.5
A1_SLU_vento_gr4_83	30601.4	998.865	1067.79	16090.6	17895.6
SLE_rar_gr1_Treno_85	22614.4	425.25	213.168	8101.1	3628.91
SLE_rar_gr2_Scarico_86	20786.9	0	169.309	0	2842.24
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	22614.4	850.5	155.472	13735.7	2564.99
SLE_rar_gr4_centrif_88	22203.3	680.4	180.224	10988.5	3031.51
SLE_rar_gr1+vento_89	22614.4	430.164	523.34	8164	8864.41
SLE_rar_gr2+vento_90	20786.9	4.9141	479.481	62.9005	8077.73
SLE_rar_gr3+vento_91	22614.4	855.414	465.644	13798.6	7800.49
SLE_rar_gr4+vento_92	22203.3	685.314	490.396	11051.4	8267
SLE_rar_vento_gr1_93	22203.3	348.39	679.595	6585.72	11524.4
SLE_rar_vento_gr2_94	20741.3	8.19017	651.525	104.834	10988
SLE_rar_vento_gr3_95	22203.3	688.59	633.438	11093.4	10673.2
SLE_rar_vento_gr4_96	22203.3	688.59	697.177	11093.4	11757.3
SLE_fre_gr1_Treno_98	22203.3	340.2	150.92	6480.88	2643.24
SLE_fre_gr2_Scarico_99	20741.3	0	127.529	0	2168.87
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	22203.3	680.4	104.763	10988.5	1792.11
SLE_fre_gr4_centrif_101	22203.3	680.4	165.572	10988.5	2837.37
SLE_fre_gr1+vento_102	22203.3	341.838	254.311	6501.85	4388.41
SLE_fre_gr2+vento_103	20741.3	1.63803	230.92	20.9668	3914.03
SLE_fre_gr3+vento_104	22203.3	682.038	208.154	11009.5	3537.27
SLE_fre_gr4+vento_105	22203.3	682.038	268.963	11009.5	4582.54
SLE_fre_vento_gr1_106	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83

SLE_fre_vento_gr2_107	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83
SLE_fre_vento_gr3_108	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83
SLE_fre_vento_gr4_109	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83
SLE_fre_gr1_temp110	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_fre_gr2_temp111	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_fre_gr3_temp112	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_fre_gr3_temp113	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_qp_gr1_Treno_115	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr2_Scarico_116	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr4_centrif_118	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr1+vento_119	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr2+vento_120	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr3+vento_121	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr4+vento_122	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr1_123	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr2_124	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr3_125	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr4_126	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr1_temp127	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr2_temp128	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr3_temp129	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr3_temp130	20558.9	0	40.3709	0	534.915
E_103x_SLV_q=1.5_131	20994	4875.04	1533.36	51438.8	17806.5
E_103y_SLV_q=1.5_132	20994	2116.32	4123.08	17066.2	55858.4
E_103z_SLV_q=1.5_133	22009.4	2116.32	1533.36	17066.2	17806.5
E_103x_SLV_q=1.36_134	20994	5269.14	1644.34	56349.2	19437.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	20994	2234.55	4493.04	18539.3	61294.3
E_103z_SLV_q=1.36_136	22009.4	2234.55	1644.34	18539.3	19437.3
E_103x_SLV_q=1_137	20994	6844.58	2087.21	76016	25966.9
E_103y_SLV_q=1_138	20994	2707.18	5969.27	24439.3	83059.6
E_103z_SLV_q=1_139	22009.4	2707.18	2087.21	24439.3	25966.9
E_103x_SLD_q=1_140	20689.9	3311.17	1125.05	39014.3	14518.6
E_103y_SLD_q=1_141	20689.9	1314.1	3095.11	12506.2	45731.3
E_103z_SLD_q=1_142	20995.7	1314.1	1125.05	12506.2	14518.6

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	414.869	622.402	1540.86
A1_SLU_gr2_Scarico_144	10423.3	0	251.888	0	981.735
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	331.21	899.878	1069.02
A1_SLU_gr4_centrif_146	13979	986.58	346.429	719.902	1239.23
A1_SLU_gr1+vento_147	14950.6	623.984	880.127	622.402	3438.8
A1_SLU_gr2+vento_148	10423.3	7.37115	717.146	0	2879.68
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1240.6	796.468	899.878	2966.96
A1_SLU_gr4+vento_150	13979	993.951	811.687	719.902	3137.17
A1_SLU_vento_gr1_151	13979	505.575	1079.34	497.922	4383.33
A1_SLU_vento_gr2_152	10357.2	12.2853	975.036	0	3947.77
A1_SLU_vento_gr3_153	13979	998.865	1012.42	719.902	4005.86
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	998.865	1121.86	719.902	4402.46
SLE_rar_gr1_Treno_156	10483.7	425.25	244.243	429.243	1043.82
SLE_rar_gr2_Scarico_157	7361.47	0	169.309	0	675.075
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	10483.7	850.5	186.547	620.605	718.413
SLE_rar_gr4_centrif_159	9813.66	680.4	205.084	496.484	839.416
SLE_rar_gr1+vento_160	10483.7	430.164	554.415	429.243	2309.11
SLE_rar_gr2+vento_161	7361.47	4.9141	479.481	0	1940.37
SLE_rar_gr3+vento_162	10483.7	855.414	496.719	620.605	1983.71
SLE_rar_gr4+vento_163	9813.66	685.314	515.256	496.484	2104.71
SLE_rar_vento_gr1_164	9813.66	348.39	699.483	343.394	2938.09
SLE_rar_vento_gr2_165	7315.87	8.19017	651.525	0	2648.49
SLE_rar_vento_gr3_166	9813.66	688.59	653.326	496.484	2677.76
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	688.59	722.037	496.484	2948.24
SLE_fre_gr1_Treno_169	9813.66	340.2	167.494	343.394	822.5
SLE_fre_gr2_Scarico_170	7315.87	0	127.529	0	536.497
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	9813.66	680.4	121.337	496.484	562.175
SLE_fre_gr4_centrif_172	9813.66	680.4	186.289	496.484	830.958
SLE_fre_gr1+vento_173	9813.66	341.838	270.884	343.394	1244.26
SLE_fre_gr2+vento_174	7315.87	1.63803	230.92	0	958.262
SLE_fre_gr3+vento_175	9813.66	682.038	224.727	496.484	983.94
SLE_fre_gr4+vento_176	9813.66	682.038	289.679	496.484	1252.72
SLE_fre_vento_gr1_177	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58

SLE_fre_vento_gr2_178	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58
SLE_fre_vento_gr3_179	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58
SLE_fre_vento_gr4_180	7133.47	4.09508	298.848	0	1072.58
SLE_fre_gr1_temp181	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_fre_gr2_temp182	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_fre_gr3_temp183	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_fre_gr3_temp184	7133.47	1.63803	151.836	0	443.565
SLE_qp_gr1_Treno_186	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_187	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_189	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_190	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr2+vento_191	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr3+vento_192	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr4+vento_193	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr1_194	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr2_195	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr3_196	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_vento_gr4_197	7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr1_temp198	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp199	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp200	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp201	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_202	7467.8	3942.67	1253.64	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	7467.8	1183.95	3843.37	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	8247.91	1183.95	1253.64	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	7467.8	4336.77	1364.63	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	7467.8	1302.18	4213.33	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	8247.91	1302.18	1364.63	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	7467.8	5912.21	1807.5	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	7467.8	1774.81	5689.56	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	8247.91	1774.81	1807.5	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	7229.99	2854.6	988.074	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	7229.99	857.526	2958.13	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	7455.21	857.526	988.074	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	22365	616.613	414.869	6973.51	5814.01
A1_SLU_gr2_Scarico_144	17837.7	0	251.888	0	3576.18
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	22365	1233.23	331.21	13602.1	4480.48
A1_SLU_gr4_centrif_146	21393.4	986.58	346.429	10881.7	4807.45
A1_SLU_gr1+vento_147	22365	623.984	880.127	7049.43	12504.1
A1_SLU_gr2+vento_148	17837.7	7.37115	717.146	75.9229	10266.3
A1_SLU_gr3+vento_149	22365	1240.6	796.468	13678	11170.6
A1_SLU_gr4+vento_150	21393.4	993.951	811.687	10957.6	11497.5
A1_SLU_vento_gr1_151	21393.4	505.575	1079.34	5705.35	15500.6
A1_SLU_vento_gr2_152	17771.6	12.2853	975.036	126.538	13990.6
A1_SLU_vento_gr3_153	21393.4	998.865	1012.42	11008.2	14433.8
A1_SLU_vento_gr4_154	21393.4	998.865	1121.86	11008.2	15957.6
SLE_rar_gr1_Treno_156	15975.9	425.25	244.243	4809.32	3559.52
SLE_rar_gr2_Scarico_157	12853.6	0	169.309	0	2418.96
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	15975.9	850.5	186.547	9380.76	2639.85
SLE_rar_gr4_centrif_159	15305.8	680.4	205.084	7504.6	2951.78
SLE_rar_gr1+vento_160	15975.9	430.164	554.415	4859.93	8019.59
SLE_rar_gr2+vento_161	12853.6	4.9141	479.481	50.6152	6879.03
SLE_rar_gr3+vento_162	15975.9	855.414	496.719	9431.37	7099.91
SLE_rar_gr4+vento_163	15305.8	685.314	515.256	7555.22	7411.84
SLE_rar_vento_gr1_164	15305.8	348.39	699.483	3931.81	10142.8
SLE_rar_vento_gr2_165	12808	8.19017	651.525	84.3587	9359.2
SLE_rar_vento_gr3_166	15305.8	688.59	653.326	7588.96	9407.02
SLE_rar_vento_gr4_167	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2
SLE_fre_gr1_Treno_169	15305.8	340.2	167.494	3847.45	2547.69
SLE_fre_gr2_Scarico_170	12808	0	127.529	0	1850.05
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	15305.8	680.4	121.337	7504.6	1811.94
SLE_fre_gr4_centrif_172	15305.8	680.4	186.289	7504.6	2749.73
SLE_fre_gr1+vento_173	15305.8	341.838	270.884	3864.33	4034.37
SLE_fre_gr2+vento_174	12808	1.63803	230.92	16.8717	3336.73
SLE_fre_gr3+vento_175	15305.8	682.038	224.727	7521.48	3298.63
SLE_fre_gr4+vento_176	15305.8	682.038	289.679	7521.48	4236.42
SLE_fre_vento_gr1_177	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71

SLE_fre_vento_gr2_178	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71
SLE_fre_vento_gr3_179	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71
SLE_fre_vento_gr4_180	12625.6	4.09508	298.848	42.1794	4150.71
SLE_fre_gr1_temp181	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_fre_gr2_temp182	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_fre_gr3_temp183	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_fre_gr3_temp184	12625.6	1.63803	151.836	16.8717	2007.47
SLE_qp_gr1_Treno_186	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_Scarico_187	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr4_centrif_189	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr1+vento_190	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr2+vento_191	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr3+vento_192	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr4+vento_193	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr1_194	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr2_195	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr3_196	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_vento_gr4_197	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68
SLE_qp_gr1_temp198	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_temp199	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp200	12625.6	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp201	12625.6	0	40.3709	0	433.988
E_103x_SLV_q=1.5_202	12959.9	3942.67	1253.64	39251.2	13973.1
E_103y_SLV_q=1.5_203	12959.9	1183.95	3843.37	11775.4	45550.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	13740.1	1183.95	1253.64	11775.4	13973.1
E_103x_SLV_q=1.36_205	12959.9	4336.77	1364.63	43176.3	15326.5
E_103y_SLV_q=1.36_206	12959.9	1302.18	4213.33	12952.9	50061.7
E_103z_SLV_q=1.36_207	13740.1	1302.18	1364.63	12952.9	15326.5
E_103x_SLV_q=1_208	12959.9	5912.21	1807.5	58904.5	20748.9
E_103y_SLV_q=1_209	12959.9	1774.81	5689.56	17671.4	68136.4
E_103z_SLV_q=1_210	13740.1	1774.81	1807.5	17671.4	20748.9
E_103x_SLD_q=1_211	12722.1	2854.6	988.074	30736.3	11706
E_103y_SLD_q=1_212	12722.1	857.526	2958.13	9220.9	37993.5
E_103z_SLD_q=1_213	12947.4	857.526	988.074	9220.9	11706

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	33074.9	616.613	414.869	8515.04	6851.18
A1_SLU_gr2_Scarico_144	28547.7	0	251.888	0	4205.9
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	33074.9	1233.23	331.21	16685.2	5308.5
A1_SLU_gr4_centrif_146	32103.3	986.58	346.429	13348.1	5673.52
A1_SLU_gr1+vento_147	33074.9	623.984	880.127	8609.39	14704.4
A1_SLU_gr2+vento_148	28547.7	7.37115	717.146	94.3507	12059.1
A1_SLU_gr3+vento_149	33074.9	1240.6	796.468	16779.5	13161.7
A1_SLU_gr4+vento_150	32103.3	993.951	811.687	13442.5	13526.8
A1_SLU_vento_gr1_151	32103.3	505.575	1079.34	6969.29	18198.9
A1_SLU_vento_gr2_152	28481.5	12.2853	975.036	157.251	16428.2
A1_SLU_vento_gr3_153	32103.3	998.865	1012.42	13505.4	16964.8
A1_SLU_vento_gr4_154	32103.3	998.865	1121.86	13505.4	18762.3
SLE_rar_gr1_Treno_156	23909.1	425.25	244.243	5872.44	4170.13
SLE_rar_gr2_Scarico_157	20786.9	0	169.309	0	2842.24
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	23909.1	850.5	186.547	11507	3106.22
SLE_rar_gr4_centrif_159	23239.1	680.4	205.084	9205.6	3464.49
SLE_rar_gr1+vento_160	23909.1	430.164	554.415	5935.34	9405.63
SLE_rar_gr2+vento_161	20786.9	4.9141	479.481	62.9005	8077.73
SLE_rar_gr3+vento_162	23909.1	855.414	496.719	11569.9	8341.71
SLE_rar_gr4+vento_163	23239.1	685.314	515.256	9268.5	8699.98
SLE_rar_vento_gr1_164	23239.1	348.39	699.483	4802.79	11891.5
SLE_rar_vento_gr2_165	20741.3	8.19017	651.525	104.834	10988
SLE_rar_vento_gr3_166	23239.1	688.59	653.326	9310.44	11040.3
SLE_rar_vento_gr4_167	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3
SLE_fre_gr1_Treno_169	23239.1	340.2	167.494	4697.95	2966.42
SLE_fre_gr2_Scarico_170	20741.3	0	127.529	0	2168.87
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	23239.1	680.4	121.337	9205.6	2115.29
SLE_fre_gr4_centrif_172	23239.1	680.4	186.289	9205.6	3215.45
SLE_fre_gr1+vento_173	23239.1	341.838	270.884	4718.92	4711.58
SLE_fre_gr2+vento_174	20741.3	1.63803	230.92	20.9668	3914.03
SLE_fre_gr3+vento_175	23239.1	682.038	224.727	9226.57	3860.45
SLE_fre_gr4+vento_176	23239.1	682.038	289.679	9226.57	4960.62
SLE_fre_vento_gr1_177	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83

SLE_fre_vento_gr2_178	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83
SLE_fre_vento_gr3_179	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83
SLE_fre_vento_gr4_180	20558.9	4.09508	298.848	52.4171	4897.83
SLE_fre_gr1_temp181	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_fre_gr2_temp182	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_fre_gr3_temp183	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_fre_gr3_temp184	20558.9	1.63803	151.836	20.9668	2387.06
SLE_qp_gr1_Treno_186	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr2_Scarico_187	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr4_centrif_189	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr1+vento_190	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr2+vento_191	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr3+vento_192	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr4+vento_193	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr1_194	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr2_195	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr3_196	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_vento_gr4_197	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08
SLE_qp_gr1_temp198	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr2_temp199	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr3_temp200	20558.9	0	40.3709	0	534.915
SLE_qp_gr3_temp201	20558.9	0	40.3709	0	534.915
E_103x_SLV_q=1.5_202	20994	4875.04	1533.36	51438.8	17806.5
E_103y_SLV_q=1.5_203	20994	2116.32	4123.08	17066.2	55858.4
E_103z_SLV_q=1.5_204	22009.4	2116.32	1533.36	17066.2	17806.5
E_103x_SLV_q=1.36_205	20994	5269.14	1644.34	56349.2	19437.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	20994	2234.55	4493.04	18539.3	61294.3
E_103z_SLV_q=1.36_207	22009.4	2234.55	1644.34	18539.3	19437.3
E_103x_SLV_q=1_208	20994	6844.58	2087.21	76016	25966.9
E_103y_SLV_q=1_209	20994	2707.18	5969.27	24439.3	83059.6
E_103z_SLV_q=1_210	22009.4	2707.18	2087.21	24439.3	25966.9
E_103x_SLD_q=1_211	20689.9	3311.17	1125.05	39014.3	14518.6
E_103y_SLD_q=1_212	20689.9	1314.1	3095.11	12506.2	45731.3
E_103z_SLD_q=1_213	20995.7	1314.1	1125.05	12506.2	14518.6

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

### 6.2.1 Stati limiti di esercizio

#### Configurazione1

TESTA PILA						
combo		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
SLE_rar_gr1_Treno_14		10483.7	425.25	244.243	429.243	1043.82
SLE_rar_gr3+vento_20		10483.7	855.414	496.719	620.605	1983.71
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	688.59	722.037	496.484	2948.24
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		10483.7	850.5	186.547	620.605	718.413
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	688.59	722.037	496.484	2948.24
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	205.084	496.484	839.416
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	688.59	205.084	496.484	2948.24
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	688.59	722.037	496.484	2948.24
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	205.084	496.484	839.416
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	688.59	722.037	496.484	2948.24
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.63803	143.762	0	439.932
E_103x_SLD_q=1_69		7251.62	2746.43	916.424	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		7251.62	825.075	2719.3	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		7527.3	825.075	916.424	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	15975.9	425.25	244.243	4809.32	3559.52	
SLE_rar_gr3+vento_20	15975.9	855.414	496.719	9431.37	7099.91	
SLE_rar_vento_gr4_25	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_rar_gr3+vento_20	15975.9	855.414	496.719	9431.37	7099.91	
SLE_rar_vento_gr4_25	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_rar_gr4_centrif_17	15305.8	680.4	205.084	7504.6	2951.78	
SLE_rar_vento_gr4_25	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_qp_gr1_Treno_44	12625.6	0	40.3709	0	433.988	
SLE_qp_gr1+vento_48	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68	
SLE_qp_gr1+vento_48	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68	
SLE_qp_gr1+vento_48	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68	
SLE_qp_gr1+vento_48	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68	
E_103x_SLD_q=1_69	12743.8	2746.43	916.424	27352.5	9870.46	
E_103y_SLD_q=1_70	12743.8	825.075	2719.3	8205.74	31875	
E_103z_SLD_q=1_71	13019.4	825.075	916.424	8205.74	9870.46	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	23909.1	425.25	244.243	5872.44	4170.13	
SLE_rar_gr3+vento_20	23909.1	855.414	496.719	11569.9	8341.71	
SLE_rar_vento_gr4_25	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_rar_gr3+vento_20	23909.1	855.414	496.719	11569.9	8341.71	
SLE_rar_vento_gr4_25	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_rar_gr4_centrif_17	23239.1	680.4	205.084	9205.6	3464.49	
SLE_rar_vento_gr4_25	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_qp_gr1_Treno_44	20558.9	0	40.3709	0	534.915	
SLE_qp_gr1+vento_48	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08	
SLE_qp_gr1+vento_48	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08	
SLE_qp_gr1+vento_48	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08	
SLE_qp_gr1+vento_48	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08	
E_103x_SLD_q=1_69	20711.6	3203	1053.4	35360	12504	
E_103y_SLD_q=1_70	20711.6	1281.65	2856.27	11409.9	39015.7	
E_103z_SLD_q=1_71	21067.7	1281.65	1053.4	11409.9	12504	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		9188.92	425.25	213.168	2657.9	900.357	
SLE_rar_gr3+vento_91		9188.92	855.414	465.644	2849.27	1840.24	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	688.59	697.177	2279.41	2833.47	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		9188.92	850.5	155.472	2849.27	574.951	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	688.59	697.177	2279.41	2833.47	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	180.224	2279.41	724.646	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	688.59	697.177	2279.41	2833.47	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	688.59	697.177	2279.41	2833.47	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	180.224	2279.41	724.646	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	688.59	697.177	2279.41	2833.47	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.63803	143.762	0	439.932	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.63803	143.762	0	439.932	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.63803	143.762	0	439.932	
E_103x_SLD_q=1_140		7229.99	2854.6	988.074	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		7229.99	857.526	2958.13	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		7455.21	857.526	988.074	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	14681.1	425.25	244.243	4809.32	3559.52	
SLE_rar_gr3+vento_91	14681.1	855.414	465.644	11660	6636.38	
SLE_rar_vento_gr4_96	14270	688.59	697.177	9371.89	10014.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	14681.1	855.414	465.644	11660	6636.38	
SLE_rar_vento_gr4_96	14270	688.59	697.177	9371.89	10014.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88	14270	680.4	180.224	9287.53	2580.95	
SLE_rar_vento_gr4_96	14270	688.59	697.177	9371.89	10014.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	14270	688.59	697.177	9371.89	10014.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	14270	688.59	697.177	9371.89	10014.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	14270	688.59	697.177	9371.89	10014.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115	12625.6	0	40.3709	0	433.988	
SLE_qp_gr1+vento_119	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68	
SLE_qp_gr1+vento_119	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68	
SLE_qp_gr1+vento_119	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68	
SLE_qp_gr1+vento_119	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68	
E_103x_SLD_q=1_140	12722.1	2854.6	988.074	30736.3	11706	
E_103y_SLD_q=1_141	12722.1	857.526	2958.13	9220.9	37993.5	
E_103z_SLD_q=1_142	12947.4	857.526	988.074	9220.9	11706	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	22614.4	425.25	244.243	5872.44	4170.13	
SLE_rar_gr3+vento_91	22614.4	855.414	465.644	13798.6	7800.49	
SLE_rar_vento_gr4_96	22203.3	688.59	697.177	11093.4	11757.3	
SLE_rar_gr3+vento_91	22614.4	855.414	465.644	13798.6	7800.49	
SLE_rar_vento_gr4_96	22203.3	688.59	697.177	11093.4	11757.3	
SLE_rar_gr4_centrif_88	22203.3	680.4	180.224	10988.5	3031.51	
SLE_rar_vento_gr4_96	22203.3	688.59	697.177	11093.4	11757.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	22203.3	688.59	697.177	11093.4	11757.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	22203.3	688.59	697.177	11093.4	11757.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	22203.3	688.59	697.177	11093.4	11757.3	
SLE_qp_gr1_Treno_115	20558.9	0	40.3709	0	534.915	
SLE_qp_gr1+vento_119	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08	
SLE_qp_gr1+vento_119	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08	
SLE_qp_gr1+vento_119	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08	
SLE_qp_gr1+vento_119	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08	
E_103x_SLD_q=1_140	20689.9	3311.17	1125.05	39014.3	14518.6	
E_103y_SLD_q=1_141	20689.9	1314.1	3095.11	12506.2	45731.3	
E_103z_SLD_q=1_142	20995.7	1314.1	1125.05	12506.2	14518.6	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		10483.7	425.25	244.243	429.243	1043.82	
SLE_rar_gr3+vento_162		10483.7	855.414	496.719	620.605	1983.71	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	688.59	722.037	496.484	2948.24	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		10483.7	850.5	186.547	620.605	718.413	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	688.59	722.037	496.484	2948.24	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	205.084	496.484	839.416	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	688.59	722.037	496.484	2948.24	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	688.59	722.037	496.484	2948.24	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	205.084	496.484	839.416	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	688.59	722.037	496.484	2948.24	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.63803	143.762	0	439.932	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.63803	143.762	0	439.932	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.63803	143.762	143.762	439.932	
E_103x_SLD_q=1_211		7229.99	2854.6	988.074	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		7229.99	857.526	2958.13	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		7455.21	857.526	988.074	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	15975.9	425.25	244.243	4809.32	3559.52	
SLE_rar_gr3+vento_162	15975.9	855.414	496.719	9431.37	7099.91	
SLE_rar_vento_gr4_167	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_rar_gr3+vento_162	15975.9	855.414	496.719	9431.37	7099.91	
SLE_rar_vento_gr4_167	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_rar_gr4_centrif_159	15305.8	680.4	205.084	7504.6	2951.78	
SLE_rar_vento_gr4_167	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	15305.8	688.59	722.037	7588.96	10385.2	
SLE_qp_gr1_Treno_186	12625.6	0	40.3709	0	433.988	
SLE_qp_gr1+vento_190	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68	
SLE_qp_gr1+vento_190	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68	
SLE_qp_gr1+vento_190	12625.6	1.63803	143.762	16.8717	1920.68	
SLE_qp_gr1+vento_190	12625.6	1.63803	143.762	143.762	1920.68	
E_103x_SLD_q=1_211	12722.1	2854.6	988.074	30736.3	11706	
E_103y_SLD_q=1_212	12722.1	857.526	2958.13	9220.9	37993.5	
E_103z_SLD_q=1_213	12947.4	857.526	988.074	9220.9	11706	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	23909.1	425.25	244.243	5872.44	4170.13	
SLE_rar_gr3+vento_162	23909.1	855.414	496.719	11569.9	8341.71	
SLE_rar_vento_gr4_167	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_rar_gr3+vento_162	23909.1	855.414	496.719	11569.9	8341.71	
SLE_rar_vento_gr4_167	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_rar_gr4_centrif_159	23239.1	680.4	205.084	9205.6	3464.49	
SLE_rar_vento_gr4_167	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	23239.1	688.59	722.037	9310.44	12190.3	
SLE_qp_gr1_Treno_186	20558.9	0	40.3709	0	534.915	
SLE_qp_gr1+vento_190	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08	
SLE_qp_gr1+vento_190	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08	
SLE_qp_gr1+vento_190	20558.9	1.63803	143.762	20.9668	2280.08	
SLE_qp_gr1+vento_190	20558.9	1.63803	143.762	143.762	2280.08	
E_103x_SLD_q=1_211	20689.9	3311.17	1125.05	39014.3	14518.6	
E_103y_SLD_q=1_212	20689.9	1314.1	3095.11	12506.2	45731.3	
E_103z_SLD_q=1_213	20995.7	1314.1	1125.05	12506.2	14518.6	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2.2 Stati limiti ultimi

### Configurazione1

TESTA PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		14950.6	616.613	414.869	622.402	1540.86
A1_SLU_gr3+vento_7		14950.6	1240.6	796.468	899.878	2966.96
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	998.865	1121.86	719.902	4402.46
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		14950.6	1233.23	331.21	899.878	1069.02
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	998.865	1121.86	719.902	4402.46
E_103x_SLV_q=1.5_60		7467.8	3942.67	1253.64	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		7467.8	1183.95	3843.37	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		8247.91	1183.95	1253.64	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		7467.8	5912.21	1807.5	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		7467.8	1774.81	5689.56	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		8247.91	1774.81	1807.5	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		22365	616.613	414.869	6973.51	5814.01
A1_SLU_gr3+vento_7		22365	1240.6	796.468	13678	11170.6
A1_SLU_vento_gr4_12		21393.4	998.865	1121.86	11008.2	15957.6
A1_SLU_gr3+vento_7		22365	1240.6	796.468	13678	11170.6
A1_SLU_vento_gr4_12		21393.4	998.865	1121.86	11008.2	15957.6
E_103x_SLV_q=1.5_60		12959.9	3942.67	1253.64	39251.2	13973.1
E_103y_SLV_q=1.5_61		12959.9	1183.95	3843.37	11775.4	45550.6
E_103z_SLV_q=1.5_62		13740.1	1183.95	1253.64	11775.4	13973.1
E_103x_SLV_q=1_66		12959.9	5912.21	1807.5	58904.5	20748.9
E_103y_SLV_q=1_67		12959.9	1774.81	5689.56	17671.4	68136.4
E_103z_SLV_q=1_68		13740.1	1774.81	1807.5	17671.4	20748.9
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		33074.9	616.613	414.869	8515.04	6851.18
A1_SLU_gr3+vento_7		33074.9	1240.6	796.468	16779.5	13161.7
A1_SLU_vento_gr4_12		32103.3	998.865	1121.86	13505.4	18762.3
A1_SLU_gr3+vento_7		33074.9	1240.6	796.468	16779.5	13161.7
A1_SLU_vento_gr4_12		32103.3	998.865	1121.86	13505.4	18762.3
E_103x_SLV_q=1.36_63		20994	5269.14	1644.34	56349.2	19437.3
E_103y_SLV_q=1.36_64		20994	2234.55	4493.04	18539.3	61294.3
E_103z_SLV_q=1.36_65		22009.4	2234.55	1644.34	18539.3	19437.3
E_103x_SLV_q=1_66		20994	6844.58	2087.21	76016	25966.9
E_103y_SLV_q=1_67		20994	2707.18	5969.27	24439.3	83059.6
E_103z_SLV_q=1_68		22009.4	2707.18	2087.21	24439.3	25966.9

Configurazione2

TESTA PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_72		13073.1	616.613	347.281	3853.96	1322.7
A1_SLU_gr3+vento_78		13073.1	1240.6	728.88	4131.43	2748.8
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	998.865	1067.79	3305.15	4227.94
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		13073.1	1233.23	263.622	4131.43	850.862
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	998.865	1067.79	3305.15	4227.94
E_103x_SLV_q=1.5_131		7467.8	3942.67	1253.64	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		7467.8	1183.95	3843.37	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		8247.91	1183.95	1253.64	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		7467.8	5912.21	1807.5	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		7467.8	1774.81	5689.56	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		8247.91	1774.81	1807.5	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_72		20487.5	616.613	347.281	10205.1	4899.7
A1_SLU_gr3+vento_78		20487.5	1240.6	728.88	16909.6	10256.3
A1_SLU_vento_gr4_83		19891.5	998.865	1067.79	13593.5	15226.2
A1_SLU_gr3+vento_78		20487.5	1240.6	728.88	16909.6	10256.3
A1_SLU_vento_gr4_83		19891.5	998.865	1067.79	13593.5	15226.2
E_103x_SLV_q=1.5_131		12959.9	3942.67	1253.64	39251.2	13973.1
E_103y_SLV_q=1.5_132		12959.9	1183.95	3843.37	11775.4	45550.6
E_103z_SLV_q=1.5_133		13740.1	1183.95	1253.64	11775.4	13973.1
E_103x_SLV_q=1_137		12959.9	5912.21	1807.5	58904.5	20748.9
E_103y_SLV_q=1_138		12959.9	1774.81	5689.56	17671.4	68136.4
E_103z_SLV_q=1_139		13740.1	1774.81	1807.5	17671.4	20748.9
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_72		31197.5	616.613	347.281	11746.6	5767.9
A1_SLU_gr3+vento_78		31197.5	1240.6	728.88	20011.1	12078.5
A1_SLU_vento_gr4_83		30601.4	998.865	1067.79	16090.6	17895.6
A1_SLU_gr3+vento_78		31197.5	1240.6	728.88	20011.1	12078.5
A1_SLU_vento_gr4_83		30601.4	998.865	1067.79	16090.6	17895.6
E_103x_SLV_q=1.36_134		20994	5269.14	1644.34	56349.2	19437.3
E_103y_SLV_q=1.36_135		20994	2234.55	4493.04	18539.3	61294.3
E_103z_SLV_q=1.36_136		22009.4	2234.55	1644.34	18539.3	19437.3
E_103x_SLV_q=1_137		20994	6844.58	2087.21	76016	25966.9
E_103y_SLV_q=1_138		20994	2707.18	5969.27	24439.3	83059.6
E_103z_SLV_q=1_139		22009.4	2707.18	2087.21	24439.3	25966.9

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	414.869	622.402	1540.86	
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1240.6	796.468	899.878	2966.96	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	998.865	1121.86	719.902	4402.46	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	331.21	899.878	1069.02	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	998.865	1121.86	719.902	4402.46	
E_103x_SLV_q=1.5_202	7467.8	3942.67	1253.64	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	7467.8	1183.95	3843.37	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	8247.91	1183.95	1253.64	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	7467.8	5912.21	1807.5	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	7467.8	1774.81	5689.56	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	8247.91	1774.81	1807.5	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	22365	616.613	414.869	6973.51	5814.01	
A1_SLU_gr3+vento_149	22365	1240.6	796.468	13678	11170.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	21393.4	998.865	1121.86	11008.2	15957.6	
A1_SLU_gr3+vento_149	22365	1240.6	796.468	13678	11170.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	21393.4	998.865	1121.86	11008.2	15957.6	
E_103x_SLV_q=1.5_202	12959.9	3942.67	1253.64	39251.2	13973.1	
E_103y_SLV_q=1.5_203	12959.9	1183.95	3843.37	11775.4	45550.6	
E_103z_SLV_q=1.5_204	13740.1	1183.95	1253.64	11775.4	13973.1	
E_103x_SLV_q=1_208	12959.9	5912.21	1807.5	58904.5	20748.9	
E_103y_SLV_q=1_209	12959.9	1774.81	5689.56	17671.4	68136.4	
E_103z_SLV_q=1_210	13740.1	1774.81	1807.5	17671.4	20748.9	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	33074.9	616.613	414.869	8515.04	6851.18	
A1_SLU_gr3+vento_149	33074.9	1240.6	796.468	16779.5	13161.7	
A1_SLU_vento_gr4_154	32103.3	998.865	1121.86	13505.4	18762.3	
A1_SLU_gr3+vento_149	33074.9	1240.6	796.468	16779.5	13161.7	
A1_SLU_vento_gr4_154	32103.3	998.865	1121.86	13505.4	18762.3	
E_103x_SLV_q=1.36_205	20994	5269.14	1644.34	56349.2	19437.3	
E_103y_SLV_q=1.36_206	20994	2234.55	4493.04	18539.3	61294.3	
E_103z_SLV_q=1.36_207	22009.4	2234.55	1644.34	18539.3	19437.3	
E_103x_SLV_q=1_208	20994	6844.58	2087.21	76016	25966.9	
E_103y_SLV_q=1_209	20994	2707.18	5969.27	24439.3	83059.6	
E_103z_SLV_q=1_210	22009.4	2707.18	2087.21	24439.3	25966.9	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</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	140 $\Phi$ 30 interasse 20 cm*	$\Phi$ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 3 strati $\Phi$ 30/10 Long 3 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	56 $\Phi$ 30 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

## 8. FUSTO PILA

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

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

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

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

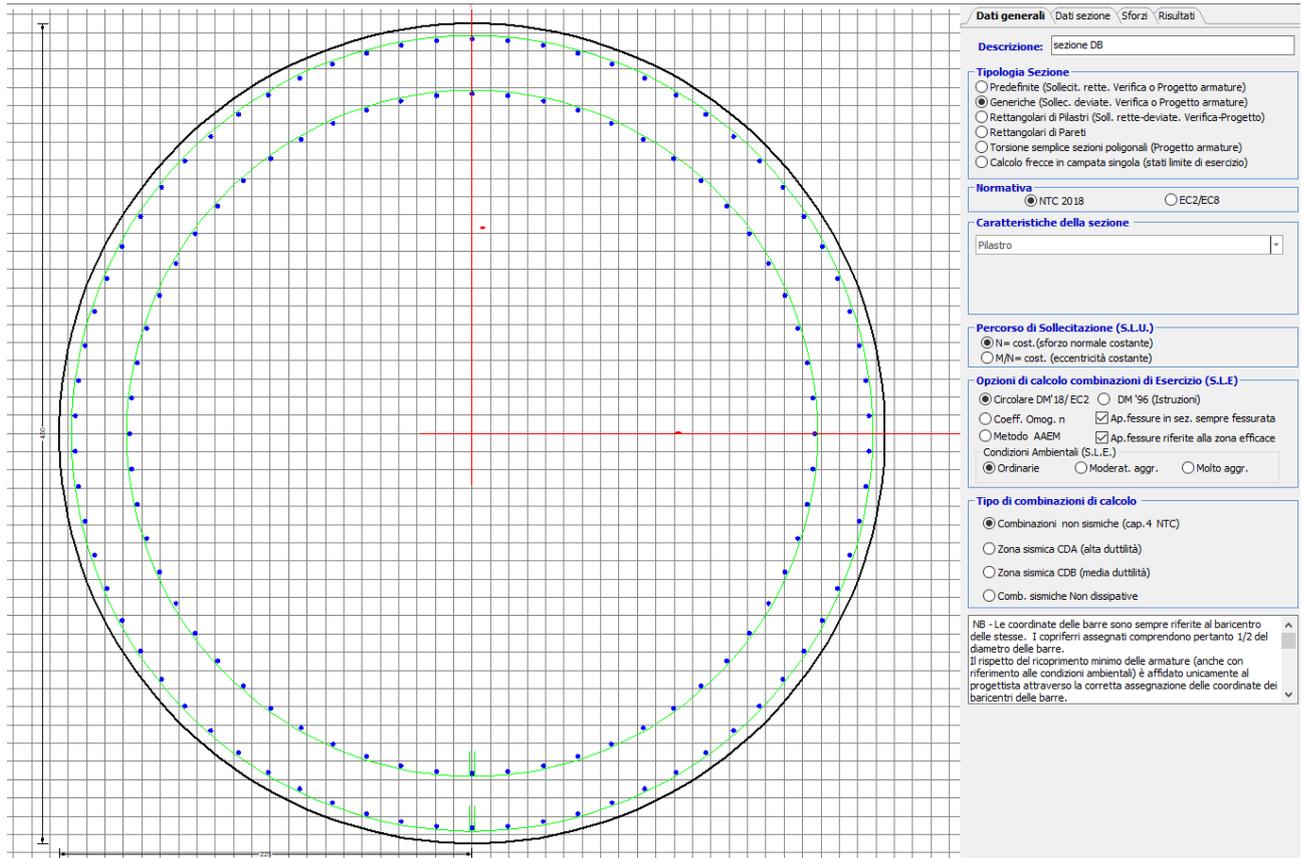


Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 140 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	70	30
2	0.0	0.0	186.5	70	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	22364.98	6973.51	5814.01	0.00	0.00
2	22364.98	13678.02	11170.58	0.00	0.00
3	21393.41	11008.21	15957.61	0.00	0.00
4	22364.98	13678.02	11170.58	0.00	0.00
5	21393.41	11008.21	15957.61	0.00	0.00
6	12959.95	39251.20	13973.14	0.00	0.00
7	12959.95	11775.36	45550.64	0.00	0.00
8	13740.05	11775.36	13973.14	0.00	0.00
9	20487.53	10205.07	4899.70	0.00	0.00
10	20487.53	16909.58	10256.26	0.00	0.00
11	19891.45	13593.46	15226.16	0.00	0.00
12	20487.53	16909.58	10256.26	0.00	0.00
13	19891.45	13593.46	15226.16	0.00	0.00
14	12959.95	39251.20	13973.14	0.00	0.00
15	12959.95	11775.36	45550.64	0.00	0.00
16	13740.05	11775.36	13973.14	0.00	0.00
17	22364.98	6973.51	5814.01	0.00	0.00
18	22364.98	13678.02	11170.58	0.00	0.00
19	21393.41	11008.21	15957.61	0.00	0.00
20	22364.98	13678.02	11170.58	0.00	0.00
21	21393.41	11008.21	15957.61	0.00	0.00
22	12959.95	39251.20	13973.14	0.00	0.00
23	12959.95	11775.36	45550.64	0.00	0.00
24	13740.05	11775.36	13973.14	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	15975.85	4809.32	3559.52
2	15975.85	9431.37	7099.91
3	15305.81	7588.96	10385.22
4	15975.85	9431.37	7099.91
5	15305.81	7588.96	10385.22
6	14681.07	4809.32	3559.52
7	14681.07	11660.03	6636.38
8	14269.98	9371.89	10014.39
9	14681.07	11660.03	6636.38
10	14269.98	9371.89	10014.39
11	15975.85	4809.32	3559.52
12	15975.85	9431.37	7099.91
13	15305.81	7588.96	10385.22
14	15975.85	9431.37	7099.91
15	15305.81	7588.96	10385.22
16	12743.76	27352.47	9870.46
17	12743.76	8205.74	31875.04
18	13019.44	8205.74	9870.46
19	12722.14	30736.34	11706.01
20	12722.14	9220.90	37993.51
21	12947.36	9220.90	11706.01
22	12722.14	30736.34	11706.01
23	12722.14	9220.90	37993.51

24

12947.36

9220.90

11706.01

**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	15305.81	7504.60 (0.00)	2951.78 (0.00)
2	15305.81	7588.96 (61626.51)	10385.22 (84333.67)
3	15305.81	7588.96 (61626.51)	10385.22 (84333.67)
4	15305.81	7588.96 (61626.51)	10385.22 (84333.67)
5	15305.81	7588.96 (61626.51)	10385.22 (84333.67)
6	14269.98	9287.53 (240468.21)	2580.95 (66824.70)
7	14269.98	9371.89 (54925.30)	10014.39 (58690.76)
8	14269.98	9371.89 (54925.30)	10014.39 (58690.76)
9	14269.98	9371.89 (54925.30)	10014.39 (58690.76)
10	14269.98	9371.89 (54925.30)	10014.39 (58690.76)
11	15305.81	7504.60 (0.00)	2951.78 (0.00)
12	15305.81	7588.96 (61626.51)	10385.22 (84333.67)
13	15305.81	7588.96 (61626.51)	10385.22 (84333.67)
14	15305.81	7588.96 (61626.51)	10385.22 (84333.67)
15	15305.81	7588.96 (61626.51)	10385.22 (84333.67)

**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	12625.61	0.00 (0.00)	433.99 (0.00)
2	12625.61	16.87 (0.00)	1920.68 (0.00)
3	12625.61	16.87 (0.00)	1920.68 (0.00)
4	12625.61	16.87 (0.00)	1920.68 (0.00)
5	12625.61	16.87 (0.00)	1920.68 (0.00)
6	12625.61	0.00 (0.00)	433.99 (0.00)
7	12625.61	16.87 (0.00)	1920.68 (0.00)
8	12625.61	16.87 (0.00)	1920.68 (0.00)
9	12625.61	16.87 (0.00)	1920.68 (0.00)
10	12625.61	16.87 (0.00)	1920.68 (0.00)
11	12625.61	0.00 (0.00)	433.99 (0.00)
12	12625.61	16.87 (0.00)	1920.68 (0.00)
13	12625.61	16.87 (0.00)	1920.68 (0.00)
14	12625.61	16.87 (0.00)	1920.68 (0.00)
15	12625.61	143.76 (0.00)	1920.68 (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: 13.7 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 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	22364.98	6973.51	5814.01	22365.24	80565.75(80565.75)	67158.79(67158.79)	11.55989.6(477.1)	
2	S	22364.98	13678.02	11170.58	22364.93	81248.20(81248.20)	66334.28(66334.28)	5.94989.6(477.1)	
3	S	21393.41	11008.21	15957.61	21393.51	58841.75(58841.75)	85278.85(85278.85)	5.34989.6(477.1)	
4	S	22364.98	13678.02	11170.58	22364.93	81248.20(81248.20)	66334.28(66334.28)	5.94989.6(477.1)	
5	S	21393.41	11008.21	15957.61	21393.51	58841.75(58841.75)	85278.85(85278.85)	5.34989.6(477.1)	
6	S	12959.95	39251.20	13973.14	12959.93	86668.21(86668.21)	30832.13(30832.13)	2.21989.6(477.1)	
7	S	12959.95	11775.36	45550.64	12959.87	23037.26(23037.26)	89056.54(89056.54)	1.96989.6(477.1)	
8	S	13740.05	11775.36	13973.14	13740.32	60006.68(60006.68)	71188.46(71188.46)	5.10989.6(477.1)	
9	S	20487.53	10205.07	4899.70	20487.41	92312.27(92312.27)	44319.71(44319.71)	9.05989.6(477.1)	
10	S	20487.53	16909.58	10256.26	20487.81	87550.61(87550.61)	53112.47(53112.47)	5.18989.6(477.1)	
11	S	19891.45	13593.46	15226.16	19891.41	67661.72(67661.72)	75799.28(75799.28)	4.98989.6(477.1)	
12	S	20487.53	16909.58	10256.26	20487.81	87550.61(87550.61)	53112.47(53112.47)	5.18989.6(477.1)	
13	S	19891.45	13593.46	15226.16	19891.41	67661.72(67661.72)	75799.28(75799.28)	4.98989.6(477.1)	
14	S	12959.95	39251.20	13973.14	12959.93	86668.21(86668.21)	30832.13(30832.13)	2.21989.6(477.1)	
15	S	12959.95	11775.36	45550.64	12959.87	23037.26(23037.26)	89056.54(89056.54)	1.96989.6(477.1)	
16	S	13740.05	11775.36	13973.14	13740.32	60006.68(60006.68)	71188.46(71188.46)	5.10989.6(477.1)	
17	S	22364.98	6973.51	5814.01	22365.24	80565.75(80565.75)	67158.79(67158.79)	11.55989.6(477.1)	
18	S	22364.98	13678.02	11170.58	22364.93	81248.20(81248.20)	66334.28(66334.28)	5.94989.6(477.1)	
19	S	21393.41	11008.21	15957.61	21393.51	58841.75(58841.75)	85278.85(85278.85)	5.34989.6(477.1)	
20	S	22364.98	13678.02	11170.58	22364.93	81248.20(81248.20)	66334.28(66334.28)	5.94989.6(477.1)	
21	S	21393.41	11008.21	15957.61	21393.51	58841.75(58841.75)	85278.85(85278.85)	5.34989.6(477.1)	
22	S	12959.95	39251.20	13973.14	12959.93	86668.21(86668.21)	30832.13(30832.13)	2.21989.6(477.1)	
23	S	12959.95	11775.36	45550.64	12959.87	23037.26(23037.26)	89056.54(89056.54)	1.96989.6(477.1)	
24	S	13740.05	11775.36	13973.14	13740.32	60006.68(60006.68)	71188.46(71188.46)	5.10989.6(477.1)	

**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	144.1	0.0	0.00322	142.4	163.0	-0.01109	-142.4	-163.0
2	0.00350	142.3	2.0	0.00322	142.4	163.0	-0.01109	-142.4	-163.0
3	0.00350	185.2	2.0	0.00321	180.7	119.3	-0.01129	-180.7	-119.3
4	0.00350	142.3	2.0	0.00322	142.4	163.0	-0.01109	-142.4	-163.0
5	0.00350	185.2	2.0	0.00321	180.7	119.3	-0.01129	-180.7	-119.3
6	0.00350	75.5	0.0	0.00318	76.1	202.7	-0.01331	-76.1	-202.7
7	0.00350	217.8	2.0	0.00317	211.1	48.2	-0.01330	-211.1	-48.2
8	0.00350	172.1	2.0	0.00318	169.3	135.0	-0.01309	-169.3	-135.0

9	0.00350	97.4	2.0	0.00321	93.9	195.1	-0.01148	-93.9	-195.1
10	0.00350	116.7	2.0	0.00321	111.0	185.9	-0.01148	-111.0	-185.9
11	0.00350	167.8	0.0	0.00320	156.5	149.6	-0.01161	-156.5	-149.6
12	0.00350	116.7	2.0	0.00321	111.0	185.9	-0.01148	-111.0	-185.9
13	0.00350	167.8	2.0	0.00320	156.5	149.6	-0.01161	-156.5	-149.6
14	0.00350	75.5	2.0	0.00318	76.1	202.7	-0.01331	-76.1	-202.7
15	0.00350	217.8	16.8	0.00317	211.1	48.2	-0.01330	-211.1	-48.2
16	0.00350	172.1	211.6	0.00318	169.3	135.0	-0.01309	-169.3	-135.0
17	0.00350	144.1	56.1	0.00322	142.4	163.0	-0.01109	-142.4	-163.0
18	0.00350	142.3	143.8	0.00322	142.4	163.0	-0.01109	-142.4	-163.0
19	0.00350	185.2	210.3	0.00321	180.7	119.3	-0.01129	-180.7	-119.3
20	0.00350	142.3	53.1	0.00322	142.4	163.0	-0.01109	-142.4	-163.0
21	0.00350	185.2	139.2	0.00321	180.7	119.3	-0.01129	-180.7	-119.3
22	0.00350	75.5	210.3	0.00318	76.1	202.7	-0.01331	-76.1	-202.7
23	0.00350	217.8	53.1	0.00317	211.1	48.2	-0.01330	-211.1	-48.2
24	0.00350	172.1	139.2	0.00318	169.3	135.0	-0.01309	-169.3	-135.0

**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	0.000021162	0.000025382	-0.003935554	----	----
2	0.000020903	0.000025595	-0.003935208	----	----
3	0.000027573	0.000019021	-0.004036865	----	----
4	0.000020903	0.000025595	-0.003935208	----	----
5	0.000027573	0.000019021	-0.004036865	----	----
6	0.000012767	0.000035864	-0.005065576	----	----
7	0.000036856	0.000009528	-0.005065318	----	----
8	0.000028743	0.000024222	-0.004957242	----	----
9	0.000014687	0.000030590	-0.004135022	----	----
10	0.000017598	0.000029013	-0.004134890	----	----
11	0.000025532	0.000022794	-0.004201039	----	----
12	0.000017598	0.000029013	-0.004134890	----	----
13	0.000025532	0.000022794	-0.004201039	----	----
14	0.000012767	0.000035864	-0.005065576	----	----
15	0.000036856	0.000009528	-0.005065318	----	----
16	0.000028743	0.000024222	-0.004957242	----	----
17	0.000021162	0.000025382	-0.003935554	----	----
18	0.000020903	0.000025595	-0.003935208	----	----
19	0.000027573	0.000019021	-0.004036865	----	----
20	0.000020903	0.000025595	-0.003935208	----	----
21	0.000027573	0.000019021	-0.004036865	----	----
22	0.000012767	0.000035864	-0.005065576	----	----
23	0.000036856	0.000009528	-0.005065318	----	----
24	0.000028743	0.000024222	-0.004957242	----	----

**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	1.50	133.9	0.0	5.4	-127.3	-175.2	---	---
2	S	2.08	135.3	0.0	-3.1	-127.3	-175.2	1737	42.4
3	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6
4	S	2.08	135.3	0.0	-3.1	-127.3	-175.2	1737	42.4
5	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6
6	S	1.43	133.9	0.0	4.3	-127.3	-175.2	---	---
7	S	2.22	111.3	0.0	-8.3	-111.0	-185.9	4864	77.8
8	S	2.25	164.3	0.0	-9.8	-156.5	-149.6	5403	77.8
9	S	2.22	111.3	0.0	-8.3	-111.0	-185.9	4864	77.8
10	S	2.25	164.3	0.0	-9.8	-156.5	-149.6	5403	77.8
11	S	1.50	133.9	0.0	5.4	-127.3	-175.2	---	---
12	S	2.08	135.3	0.0	-3.1	-127.3	-175.2	1737	42.4
13	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6
14	S	2.08	135.3	0.0	-3.1	-127.3	-175.2	1737	42.4
15	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6
16	S	5.27	76.4	0.0	-104.2	-76.1	-202.7	17961	254.5
17	S	6.09	217.9	0.0	-133.3	-211.1	-48.2	18594	261.5
18	S	2.10	173.0	0.0	-9.8	-169.3	-135.0	5685	84.8
19	S	6.08	80.1	0.0	-133.4	-76.1	-202.7	18584	261.5
20	S	7.39	218.7	0.0	-182.1	-211.1	-48.2	19275	275.7
21	S	2.42	176.8	0.0	-16.8	-169.3	-135.0	9330	148.4
22	S	6.08	80.1	0.0	-133.4	-76.1	-202.7	18584	261.5
23	S	7.39	218.7	0.0	-182.1	-211.1	-48.2	19275	275.7
24	S	2.42	176.8	0.0	-16.8	-169.3	-135.0	9330	148.4

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	586	0.005 (990.00)	124009.32	93353.88
3	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (990.00)	61626.51	84333.67
4	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	586	0.005 (990.00)	124009.32	93353.88
5	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (990.00)	61626.51	84333.67
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	770	0.019 (990.00)	76182.27	43359.62
8	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	829	0.024 (990.00)	54925.30	58690.76
9	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	770	0.019 (990.00)	76182.27	43359.62
10	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	829	0.024 (990.00)	54925.30	58690.76
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	586	0.005 (990.00)	124009.32	93353.88
13	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (990.00)	61626.51	84333.67
14	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	586	0.005 (990.00)	124009.32	93353.88
15	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (990.00)	61626.51	84333.67

16	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	838	0.262 (990.00)	39219.52	14152.83
17	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	842	0.337 (990.00)	9987.17	38794.98
18	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	808	0.024 (990.00)	49399.48	59421.28
19	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	842	0.337 (990.00)	37426.05	14253.80
20	S	-0.00094	0	0.833	30.0	70	0.00055 (0.00055)	832	0.455 (990.00)	9020.21	37166.61
21	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	772	0.039 (990.00)	39340.55	49943.16
22	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	842	0.337 (990.00)	37426.05	14253.80
23	S	-0.00094	0	0.833	30.0	70	0.00055 (0.00055)	832	0.455 (990.00)	9020.21	37166.61
24	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	772	0.039 (990.00)	39340.55	49943.16

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.66	82.4	0.0	1.9	-76.1	-202.7	---	---
2	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6
3	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6
4	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6
5	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6
6	S	1.76	60.2	0.0	-1.3	-57.6	-208.7	681	21.2
7	S	2.25	164.3	0.0	-9.8	-156.5	-149.6	5403	77.8
8	S	2.25	164.3	0.0	-9.8	-156.5	-149.6	5403	77.8
9	S	2.25	164.3	0.0	-9.8	-156.5	-149.6	5403	77.8
10	S	2.25	164.3	0.0	-9.8	-156.5	-149.6	5403	77.8
11	S	1.66	82.4	0.0	1.9	-76.1	-202.7	---	---
12	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6
13	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6
14	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6
15	S	2.17	181.7	0.0	-6.0	-169.3	-135.0	3573	63.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (0.20)	61626.51	84333.67
3	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (0.20)	61626.51	84333.67
4	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (0.20)	61626.51	84333.67
5	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (0.20)	61626.51	84333.67
6	S	-0.00001	0	0.833	30.0	70	0.00000 (0.00000)	511	0.002 (0.20)	240468.21	66824.70
7	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	829	0.024 (0.20)	54925.30	58690.76
8	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	829	0.024 (0.20)	54925.30	58690.76
9	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	829	0.024 (0.20)	54925.30	58690.76
10	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	829	0.024 (0.20)	54925.30	58690.76
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
12	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (0.20)	61626.51	84333.67
13	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (0.20)	61626.51	84333.67
14	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (0.20)	61626.51	84333.67
15	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	715	0.013 (0.20)	61626.51	84333.67

**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	0.77	225.0	0.0	10.3	-216.3	-9.7	---	---
2	S	0.91	225.0	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---
3	S	0.91	225.0	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---
4	S	0.91	225.0	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---
5	S	0.91	225.0	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---
6	S	0.77	225.0	0.0	10.3	-216.3	-9.7	---	---
7	S	0.91	225.0	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---

8	S	0.91	225.0	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---
9	S	0.91	225.0	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---
10	S	0.91	225.0	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---
11	S	0.77	225.0	0.0	10.3	-216.3	-9.7	---	---
12	S	0.91	225.0	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---
13	S	0.91	225.0	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---
14	S	0.91	225.0	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---
15	S	0.91	224.4	0.0	8.2	-216.3	-9.7	---	---

**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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	$A_{sw}$	5	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm
spessore anima sezione rettangolar	sb	0	cm
sezione	tipo	circolare	
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$	
<b>Direzione Longidinale</b>			
resistenza ridotta	f'c	9.07	Mpa
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\theta$	22	gradi
resistenza puntoni	$V_c$	38660	kN
resistenza staffe	$V_s$	7221	kN
taglio resisitente	$V_r$	7221	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	6182	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.86	kN
			kN
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	kN
larghezza biella	bw	378.61	
inclinazione biella	$\theta$	21.80	
<b>resistenza puntoni</b>	$V_c$	38660.2	
resistenza staffe	$V_s$	7221.48	cm
taglio resisitente	$V_r$	7221.48	cm
taglio massimo agente	$V_{ed}$	5959.95	gradi
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.83	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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

#### 8.4 Verifica minimi di armatura

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

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

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</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>140</b>	
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>30</b>	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	98960	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000.00	mm <sup>3</sup>
		0.62%	>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>200</b>	mm
diametro armature trasversale	$\varphi$	<b>12</b>	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	Asw	2.26	mm <sup>2</sup>
area totale legature	Asl	16.08	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	0.0424	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</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:

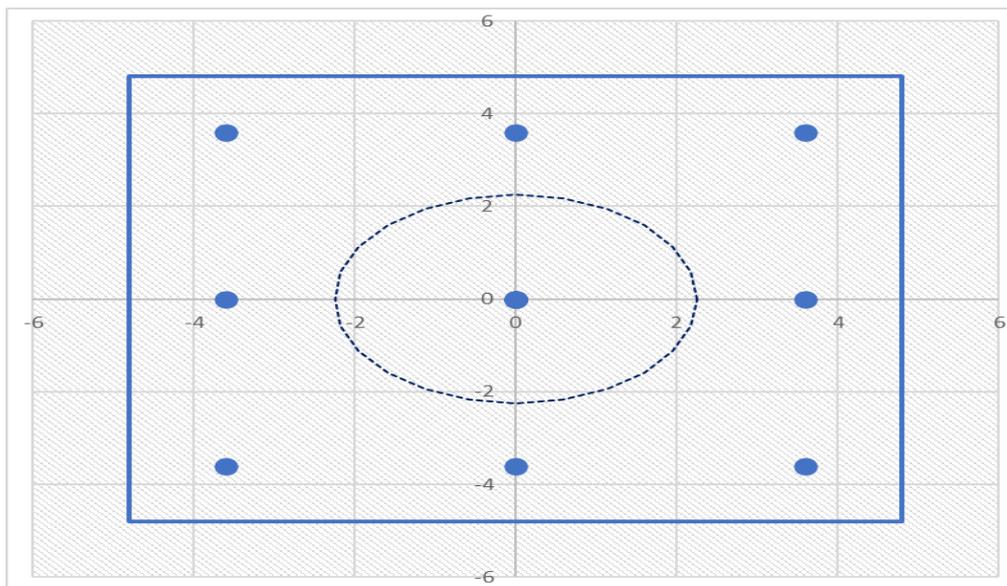
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

<b>L imp (m)</b>	<b>EL (cm)</b>	<b>Corsa appoggi (cm)</b>	<b>Escursione giunti (cm)</b>	<b>Varco (cm)</b>
<b>25</b>	14.0	8.8	8.0	9.0
<b>40</b>	22.0	14.0	12.0	13.0
<b>50</b>	23.0	14.4	12.5	13.5
<b>60</b>	23.0	14.4	12.5	13.5

## 9 PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	<b>9</b>		
diámetro pali	D	<b>1.2</b>	m	
interasse pali	i	<b>3.6</b>	m	
altezza plinto di fondazione	h	<b>2.5</b>	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	1.35	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.35	m	
direzione trasversale	a/h	0.54		<i>Plinto basso</i>
direzione longitudinale	a/h	0.54		<i>Plinto basso</i>



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	4451.8	3464.1	5851.9
2	0	-3.6	2898.2	1201.2	-1186.6
3	3.6	3.6	5061.2	7309.5	7054.1
4	3.6	-3.6	3507.5	5046.6	15.6
5	-3.6	-3.6	2288.8	-2644.1	-2388.8
6	-3.6	3.6	3842.5	-381.2	4649.8
7	3.6	0	4284.3	6178.0	3534.8
8	-3.6	0	3065.7	-1512.7	1130.5
9	0	0	3675.0	2332.7	2332.7
	0	0	3675.0	2332.7	2332.7
	0	0	3675.0	2332.7	2332.7
	0	0	3675.0	2332.7	2332.7
	taglio combinato in		122.8549	546.2057	596.312
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	3576.9	3464.1	5851.9
2	0	-3.6	1314.0	1201.2	-1186.6
3	3.6	3.6	4779.1	7309.5	7054.1
4	3.6	-3.6	2516.2	5046.6	15.6
5	-3.6	-3.6	111.9	-2644.1	-2388.8
6	-3.6	3.6	2374.8	-381.2	4649.8
7	3.6	0	3647.7	6178.0	3534.8
8	-3.6	0	1243.3	-1512.7	1130.5
9	0	0	2445.5	2332.7	2332.7
	0	0	2445.5	2332.7	2332.7
	0	0	2445.5	2332.7	2332.7
	0	0	2445.5	2332.7	2332.7
	taglio combinato in		284.8647	546.2057	596.312

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

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

### 9.1 Dimensionamento armature

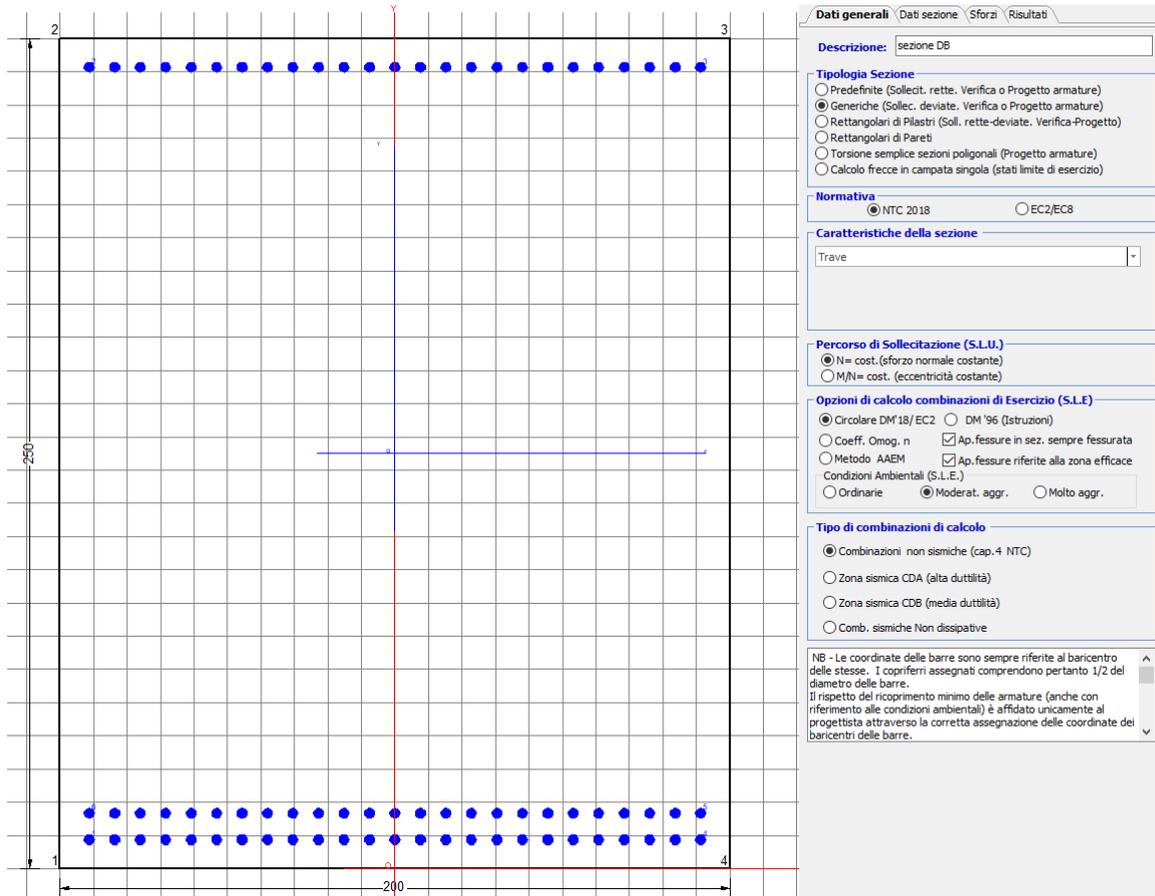
<b><i>posizione del palo più sollecitato</i></b>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	2.5	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	26.1532	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	6028.67	KN
forza di trazione risultante		T	12277.2	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	8681.29	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	8681.29	KN
lunghezza collaborante			media	

<b><i>dimensionamento armature</i></b>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	22185.8	mm2
diámetro armatura		$\Phi$	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	2	
lunghezza di collaborazione		L	2	m
numero di ferri per strato		n	20	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	28274.3	mm2
		coef. Sicur	0.78466	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	22185.8	mm2
diámetro armatura		$\Phi$	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	2	
lunghezza di collaborazione		L	2	m
numero di ferri per strato		n	20	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	28274.3	mm2
		coef. Sicur	0.78466	
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_t$	307.038	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_l$	307.038	MPa

## 9.2 Verifica a prso-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 240x200

Descrizione Sezione:	sezione DB
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	-100.0	0.0
2	-100.0	250.0
3	100.0	250.0
4	100.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-91.3	8.7	30
2	-91.3	241.3	30
3	91.3	241.3	30
4	91.3	8.7	30
5	91.3	16.7	30
6	-91.3	16.7	30

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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

**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	9239.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	11397.00	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	9321.00	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	6473.00 (7715.21)	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	4089.00 (7715.21)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)

Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	9239.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	3.39	353.4(71.4)
2	S	0.00	11397.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	2.75	353.4(71.4)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	8.7
2	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	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	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700
2	0.000000000	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.18	-100.0	250.0	-125.9	83.7	8.7	6300	353.4

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a 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]
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	-0.00066	0	0.908	30.0	72	0.00044 (0.00038)	410	0.182 (990.00)	7715.21	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.90	-100.0	250.0	-87.4	60.9	8.7	6300	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00046	0	0.908	30.0	72	0.00026 (0.00026)	410	0.108 (0.20)	7715.21	0.00

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

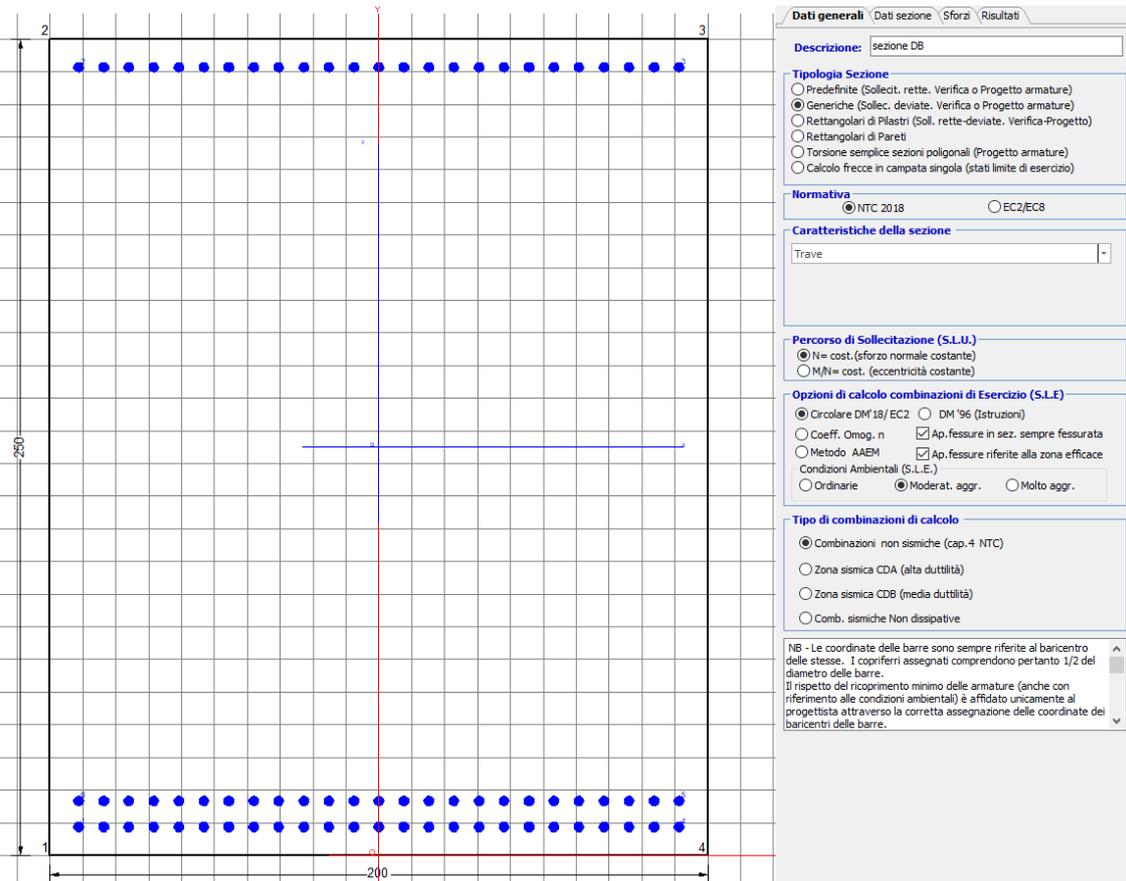
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.83	-100.0	250.0	-55.2	68.5	8.7	6300	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00029	0	0.908	30.0	72	0.00017 (0.00017)	410	0.068 (0.20)	7715.21	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 240x200

Descrizione Sezione:	sezione DB
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	-100.0	0.0
2	-100.0	250.0
3	100.0	250.0
4	100.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-91.3	8.7	30
2	-91.3	241.3	30
3	91.3	241.3	30
4	91.3	8.7	30
5	91.3	16.7	30
6	-91.3	16.7	30

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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

**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	9239.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	11397.00	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	9321.00	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	6473.00 (7715.21)	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	4089.00 (7715.21)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	9239.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	3.39	353.4(71.4)
2	S	0.00	11397.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	2.75	353.4(71.4)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	8.7
2	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	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	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700
2	0.000000000	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.18	-100.0	250.0	-125.9	83.7	8.7	6300	353.4

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

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

Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{\text{max}} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\text{ max} * (e_{\text{ sm}} - e_{\text{ cm}})$ [(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	-0.00066	0	0.908	30.0	72	0.00044 (0.00038)	410	0.182 (990.00)	7715.21	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.90	-100.0	250.0	-87.4	60.9	8.7	6300	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00046	0	0.908	30.0	72	0.00026 (0.00026)	410	0.108 (0.20)	7715.21	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	1.83	-100.0	250.0	-55.2	68.5	8.7	6300	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00029	0	0.908	30.0	72	0.00017 (0.00017)	410	0.068 (0.20)	7715.21	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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</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	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	33.6901	gradi
perimetro zona critica			u1	24.1274	m
altezza della sezione utile			d	2.16	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	3.84	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.894	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	21.1229	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	6028.67	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	1.03649	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.2073	
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento</b>					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	2	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.00654	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00654	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00926	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.39957	MPa
			vRd,c	0.63489	MPa
				0.62936	

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</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

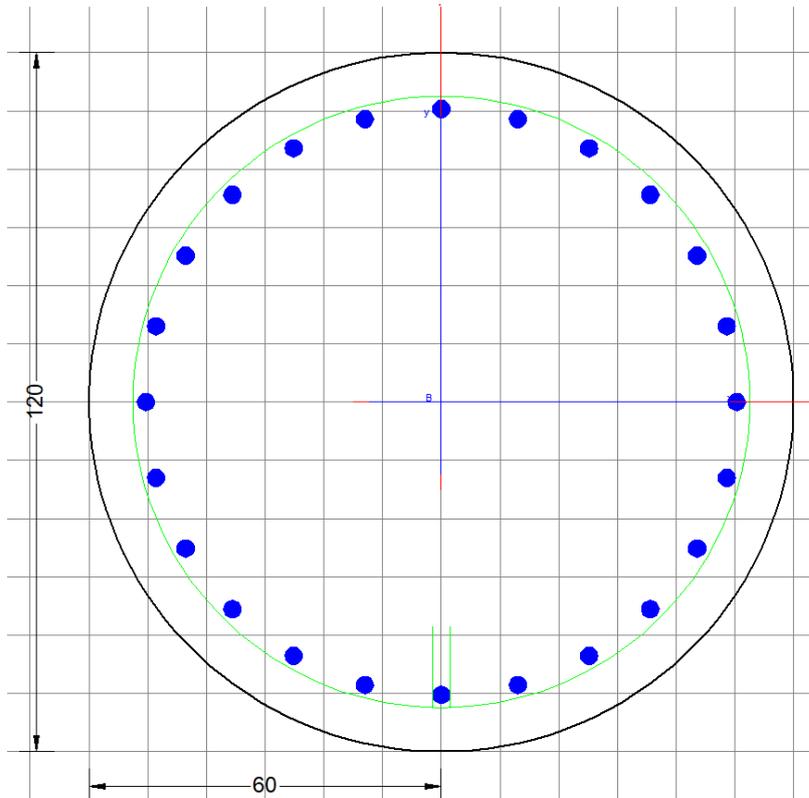
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>33075</b>	1241	796	16780	13162	
E_103x_SLV_q=1.36_63	20994	5269	1644	56349	19437	
E_103y_SLV_q=1.36_64	20994	2235	4493	18539	61294	
E_103x_SLV_q=1.36_63	20994	5269	1644	<b>56349</b>	19437	
E_103y_SLV_q=1.36_64	20994	2235	4493	18539	<b>61294</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	4451.82	4941.43	3190.97
2	0	-3.6	2898.16	-276.09	1474.37
3	3.6	3.6	5061.16	5841.31	6028.67
4	3.6	-3.6	3507.5	623.789	4312.07
5	-3.6	-3.6	2288.82	-1176	-1363.3
6	-3.6	3.6	3842.48	4041.55	353.271
7	3.6	0	4284.33	3232.55	5170.37
8	-3.6	0	3065.65	1432.8	-505.03
9	0	0	3674.99	2332.67	2332.67
taglio equivalente			163.807	613.307	557.559
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.07
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	5061	138	88	414	265
combo2	5841	585	183	1756	548
combo3	6029	248	499	745	1498
combo4	-1363	248	499	745	1498



**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.II.)**

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. agr.  Molto agr.

**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

ND - 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 CIRCULARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	50.3	24	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	5061.16	285.34	183.19	0.00	0.00
2	1826.72	141.82	95.42	0.00	0.00
3	5061.16	285.34	183.19	0.00	0.00
4	5060.91	229.74	258.03	0.00	0.00
5	5061.16	285.34	183.19	0.00	0.00
6	5060.91	229.74	258.03	0.00	0.00
7	6028.67	513.95	1033.40	0.00	0.00
8	-1363.33	513.95	1033.40	0.00	0.00
9	5841.31	1211.90	378.20	0.00	0.00
10	6028.67	513.95	1033.40	0.00	0.00
11	5841.31	1211.90	378.20	0.00	0.00
12	6028.67	513.95	1033.40	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	3578.41	196.75	114.25
2	1409.13	158.38	160.35
3	3578.41	196.75	114.25
4	3577.53	158.38	166.07
5	3578.41	196.75	114.25
6	3577.53	158.38	166.07
7	4995.06	294.78	656.94
8	-397.30	294.78	656.94
9	4517.21	736.69	242.28
10	4635.80	294.78	656.94
11	4517.21	761.57	242.28
12	4635.80	294.78	711.87

#### 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	3577.53	158.38 (0.00)	166.07 (0.00)
2	1409.13	158.38 (712.07)	160.35 (896.16)
3	3577.53	158.38 (0.00)	166.07 (0.00)
4	3577.53	158.38 (0.00)	166.07 (0.00)
5	3577.53	158.38 (0.00)	166.07 (0.00)
6	3577.53	158.38 (0.00)	166.07 (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	2390.85	0.38 (0.00)	33.07 (0.00)
2	2177.79	0.38 (0.00)	33.07 (0.00)
3	2390.85	0.38 (0.00)	33.07 (0.00)
4	2390.85	0.38 (0.00)	33.07 (0.00)
5	2390.85	0.38 (0.00)	33.07 (0.00)
6	2390.85	0.38 (0.00)	33.07 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.1 cm

 <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</b>	REV. <b>B</b>

### 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	5061.16	285.34	183.19	5061.33	3178.39	2043.29	11.14	169.6(33.9)
2	S	1826.72	141.82	95.42	1826.81	2729.76	1845.26	19.28	169.6(33.9)
3	S	5061.16	285.34	183.19	5061.33	3178.39	2043.29	11.14	169.6(33.9)
4	S	5060.91	229.74	258.03	5060.91	2510.27	2822.23	10.93	169.6(33.9)
5	S	5061.16	285.34	183.19	5061.33	3178.39	2043.29	11.14	169.6(33.9)
6	S	5060.91	229.74	258.03	5060.91	2510.27	2822.23	10.93	169.6(33.9)
7	S	6028.67	513.95	1033.40	6028.65	1713.11	3429.28	3.32	169.6(33.9)
8	S	-1363.33	513.95	1033.40	-1363.34	1055.88	2123.70	2.05	169.6(33.9)
9	S	5841.31	1211.90	378.20	5841.23	3652.18	1135.31	3.01	169.6(33.9)
10	S	6028.67	513.95	1033.40	6028.65	1713.11	3429.28	3.32	169.6(33.9)
11	S	5841.31	1211.90	378.20	5841.23	3652.18	1135.31	3.01	169.6(33.9)
12	S	6028.67	513.95	1033.40	6028.65	1713.11	3429.28	3.32	169.6(33.9)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	32.4	0.7	0.00288	25.2	43.6	-0.00347	-25.2	-43.6
2	0.00350	33.5	0.7	0.00265	25.2	43.6	-0.00599	-25.2	-43.6
3	0.00350	32.4	0.7	0.00288	25.2	43.6	-0.00347	-25.2	-43.6
4	0.00350	44.8	0.7	0.00288	35.6	35.6	-0.00347	-35.6	-35.6
5	0.00350	32.4	0.7	0.00288	25.2	43.6	-0.00347	-25.2	-43.6
6	0.00350	44.8	0.7	0.00288	35.6	35.6	-0.00347	-35.6	-35.6
7	0.00350	53.7	24.6	0.00293	43.6	25.2	-0.00296	-43.6	-25.2
8	0.00350	53.7	24.6	0.00218	43.6	25.2	-0.01136	-43.6	-25.2
9	0.00350	17.9	57.0	0.00292	13.0	48.6	-0.00306	-13.0	-48.6
10	0.00350	53.7	24.6	0.00293	43.6	25.2	-0.00296	-43.6	-25.2
11	0.00350	17.9	57.2	0.00292	13.0	48.6	-0.00306	-13.0	-48.6
12	0.00350	53.7	23.0	0.00293	43.6	25.2	-0.00296	-43.6	-25.2

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------

1	0.000034141	0.000053179	-0.000291710	----	----
2	0.000048097	0.000071485	-0.001669521	----	----
3	0.000034141	0.000053179	-0.000291710	----	----
4	0.000047202	0.000042026	-0.000291982	----	----
5	0.000034141	0.000053179	-0.000291710	----	----
6	0.000047202	0.000042026	-0.000291982	----	----
7	0.000052499	0.000026110	-0.000017976	----	----
8	0.000120775	0.000060066	-0.004593202	----	----
9	0.000017726	0.000056800	-0.000070096	----	----
10	0.000052499	0.000026110	-0.000017976	----	----
11	0.000017726	0.000056800	-0.000070096	----	----
12	0.000052499	0.000026110	-0.000017976	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.60	30.1	0.0	25.9	-25.2	-43.6	----	----
2	S	2.03	42.7	0.0	2.6	-35.6	-35.6	----	----
3	S	3.60	30.1	0.0	25.9	-25.2	-43.6	----	----
4	S	3.61	43.4	0.0	25.8	-35.6	-35.6	----	----
5	S	3.60	30.1	0.0	25.9	-25.2	-43.6	----	----
6	S	3.61	43.4	0.0	25.8	-35.6	-35.6	----	----
7	S	6.83	54.7	0.0	13.7	-43.6	-25.2	----	----
8	S	5.00	54.7	0.0	-165.2	-43.6	-25.2	2059	49.5
9	S	6.74	18.7	0.0	5.3	-13.0	-48.6	0	0.0
10	S	6.57	54.7	0.0	9.9	-43.6	-25.2	----	----
11	S	6.84	18.2	0.0	3.8	-13.0	-48.6	0	0.0
12	S	6.80	55.4	0.0	7.2	-48.6	-13.0	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	-0.00008	0	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	712.07	896.16

3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	-0.00093	0	0.833	30.0	82	0.00050 (0.00050)	632	0.313 (990.00)	214.91	478.95
9	S	-0.00002	0	0.833	30.0	82	0.00050 (0.00050)	0	0.005 (990.00)	8875.72	2919.02
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	-0.00002	0	0.833	30.0	82	0.00050 (0.00050)	0	0.005 (990.00)	6121.37	1947.40
12	S	-0.00001	0	0.833	30.0	82	0.00050 (0.00050)	0	0.005 (990.00)	7227.44	17453.69

**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	3.61	43.4	0.0	25.8	-35.6	-35.6	---	---
2	S	2.03	42.7	0.0	2.6	-35.6	-35.6	---	---
3	S	3.61	43.4	0.0	25.8	-35.6	-35.6	---	---
4	S	3.61	43.4	0.0	25.8	-35.6	-35.6	---	---
5	S	3.61	43.4	0.0	25.8	-35.6	-35.6	---	---
6	S	3.61	43.4	0.0	25.8	-35.6	-35.6	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00008	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	712.07	896.16
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	1.87	60.0	0.0	24.0	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.72	60.0	0.0	21.7	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.87	60.0	0.0	24.0	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.87	60.0	0.0	24.0	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.87	60.0	0.0	24.0	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.87	60.0	0.0	24.0	-50.3	0.0	---	---

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

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

 <b>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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605001</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	33075	1241	796	16780	13162	
E_103x_SLV_q=1_66	20994	<b>6845</b>	2087	76016	25967	
E_103y_SLV_q=1_67	20994	2707	<b>5969</b>	24439	83060	
E_103x_SLV_q=1_66	20994	6845	2087	76016	25967	
E_103y_SLV_q=1_67	20994	2707	5969	24439	83060	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	6845	2707
sollecitazione massima direzione y	Ty	2087	5969
vettore complessivo, singolo palo	T	795	728

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	2839	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	977	kN
taglio resisistente	V <sub>r</sub>	977	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	795	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.81	

## 11 INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	65 kg/mc
Plinto di fondazione	150 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 290 kg/mc