

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)**

**VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 560m**

*Relazione di calcolo Pile - P4*

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 09 CL VI0505 004 B

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

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

File: RS3U40D09CLVI0505004B

n. Elab.: 09\_086\_3

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
3.	MATERIALI .....	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	9
4.	DATI DI BASE .....	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	17
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	18
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	18
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	19
5.3	Carichi da traffico verticali .....	19
5.4	Effetti dinamici .....	21
5.5	Disposizione treni di carico.....	21
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	25
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	25
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	27
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	28
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i> .....	29
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	29
5.7	Azione Sismica .....	32
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	33
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	34
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	38
5.7.4	<i>Check analisi statica</i> .....	39
5.7.5	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	40
5.8	Azione idrostatica .....	41
6.	SOLLECITAZIONI .....	42
6.1	Combinazioni di carico .....	42
6.1.1	<i>Configurazione 1</i> .....	42

 <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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

6.1.2	Configurazione 2 .....	48
6.1.3	Configurazione 3 .....	54
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	60
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	60
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	66
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	69
8.	FUSTO PILA .....	69
8.1	Modellazione .....	71
8.2	Verifica a presso flessione .....	72
8.3	Verifica a taglio .....	83
8.3	Verifica minimi di armatura .....	84
8.4	Verifica spostamenti.....	85
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	86
9.1	Dimensionamento armature .....	88
9.2	Verifica a presso-flessione.....	89
9.2.1	Direzione trasversale.....	89
9.2.2	Direzione longitudinale.....	94
9.3	Verifica a punzonamento .....	99
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	100
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	100
10.2	Verifica strutturale .....	100
10.3	Verifica a taglio .....	108
11.	INCIDENZE .....	109

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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 VI05 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 4 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza 8m e 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 VI05 è a singolo binario, ha uno sviluppo complessivo di 560m, ed è costituito da 5 campate isostatiche di luce 25m, 40m e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla ). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, gli impalcati di luce maggiore sono in sezione mista a due travi.

Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma rettangolare di dimensioni pari a 7x3.4m. Il pulvino ha una altezza pari a 2m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 9.6x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 9 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.

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





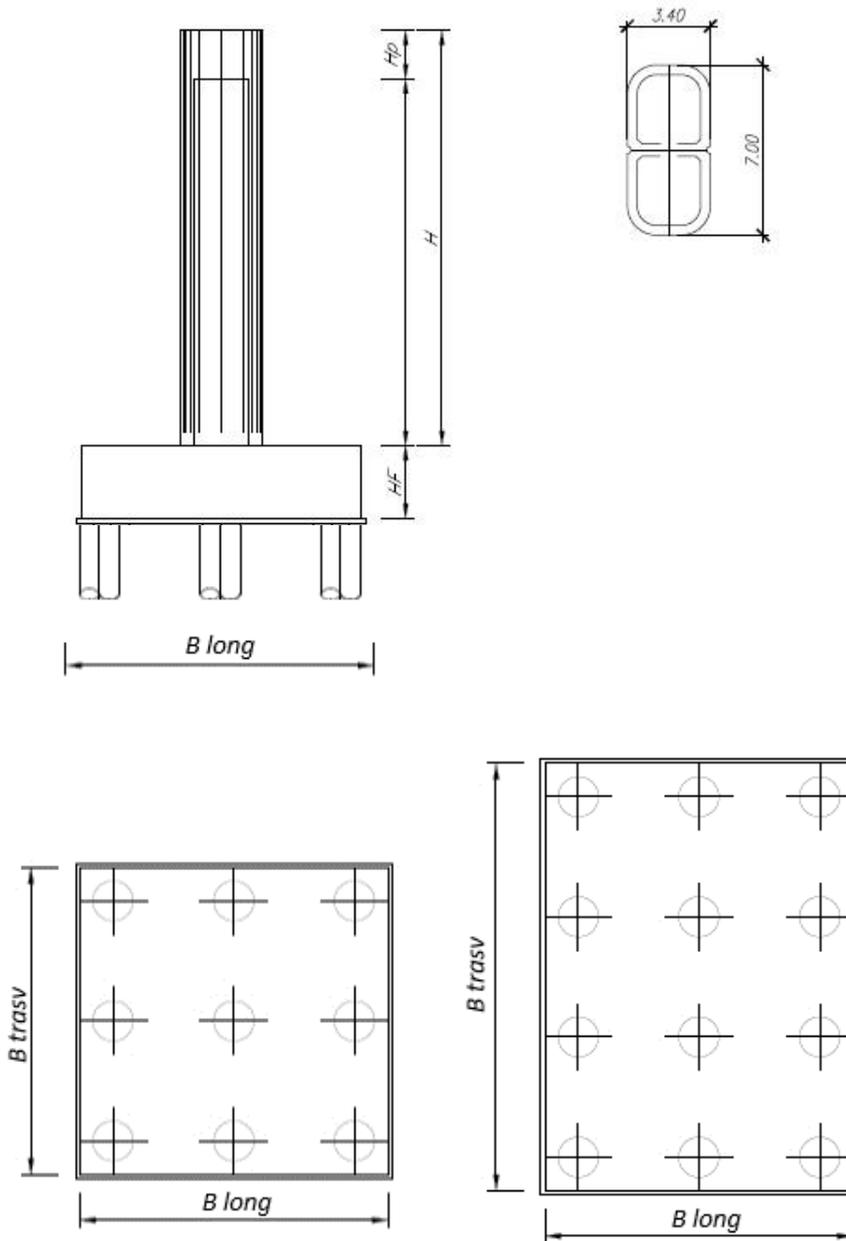


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

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

### 3.1 Verifiche SLE

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

#### 3.1.1 Verifiche tensionali

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

#### tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

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

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

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

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

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

## 4. DATI DI BASE

### 4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione pseudo-rettangolare cava di dimensioni 7x3.4m, una altezza complessiva di 13.00m. Il pulvino è costituito da una sezione piena medesima alla pila ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	13	m
tipologia di sezione					<b>rettangolare</b>	
larghezza trasversale pila				b	7.000	m
larghezza longitudinale pila				d	3.400	m
raggio angolo esterno				r	1	m
area della sezione				A	8.299	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	37.308	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	12.621	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	2282	kN
<b>PULVINO</b>						
larghezza in direzione trasversale				b	7	m
larghezza in direzione longitudinale				d	3.4	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	1309	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
larghezza in direzione trasversale				b	9.6	m
larghezza in direzione longitudinale				d	9.6	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	68.4	m <sup>3</sup>
peso di vulume del terreno				y	19	kN/3
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

#### 4.2 Modelli di analisi e verifica

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

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

#### 4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Le combinazioni di carico sismiche che tengo conto della componente verticale negativa non vengono ripotate 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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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:

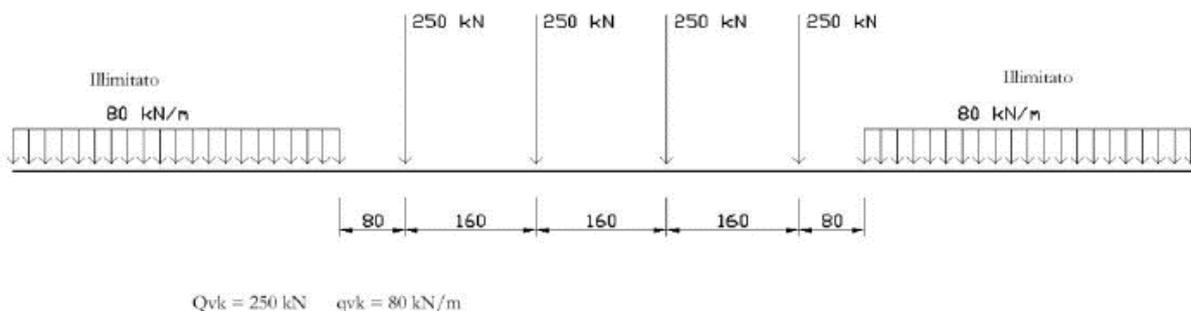
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4978	0
scarichi estradosso Pila - G2	4674	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	8450	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	4674	0
scarichi sui Pali - G1	17311	0
scarichi sui Pali - G2	4674	0

## 5.3 Carichi da traffico verticali

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

### ➤ *Modello di carico LM71*

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



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

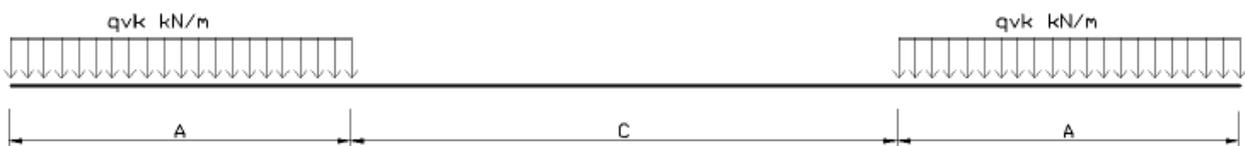
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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	4742	786	474
COMBO ML	2731	3278	273
COMBO MT	4742	786	474

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

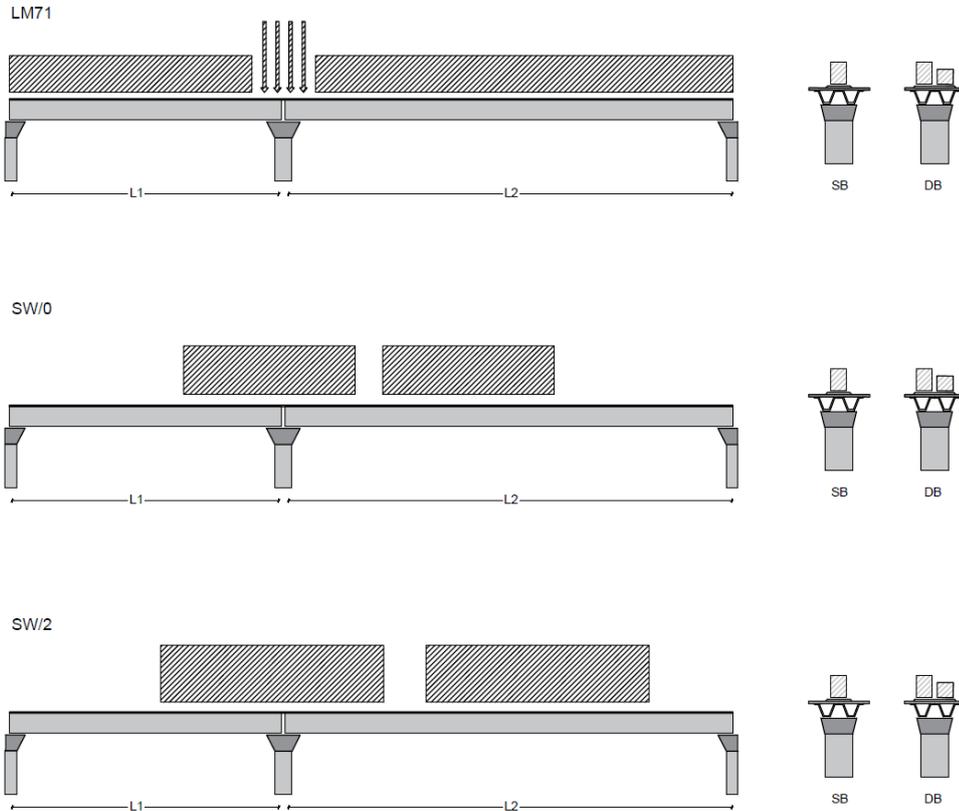


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

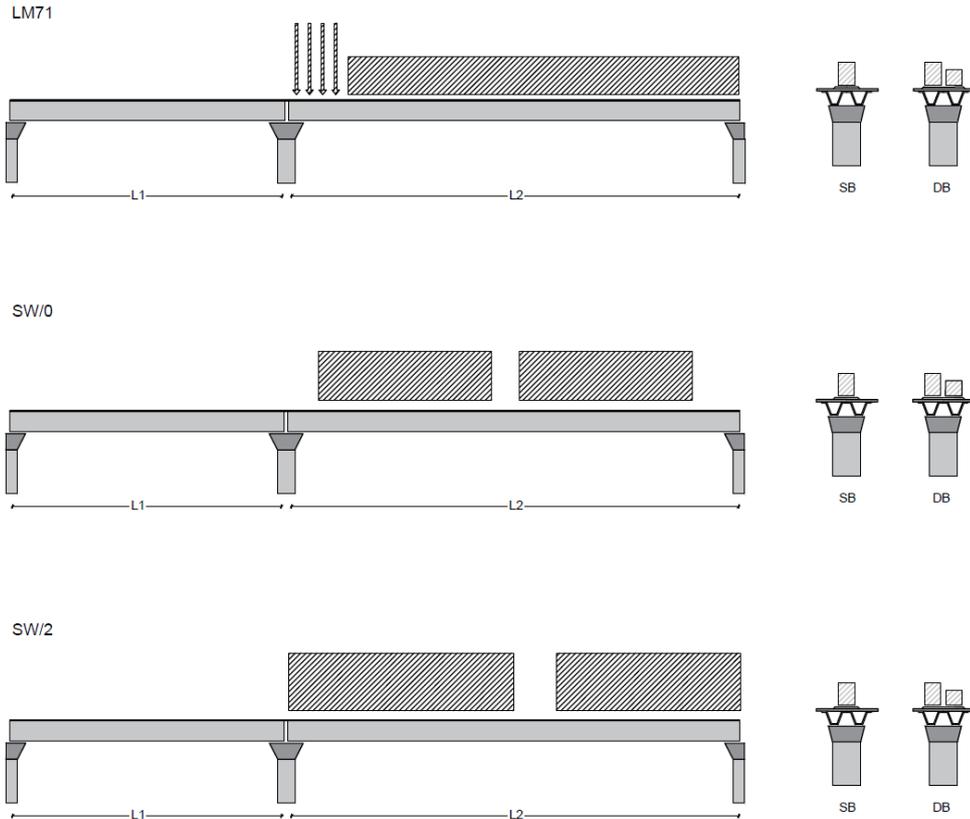


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

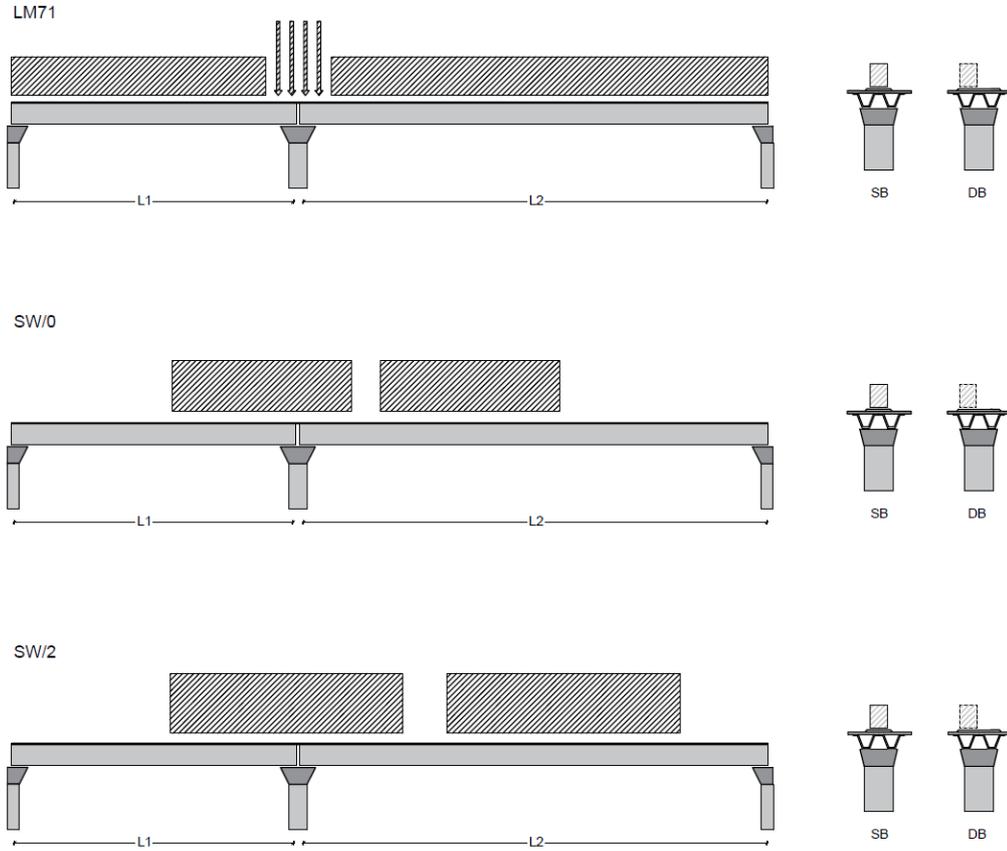


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	1800	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	38	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.801794	
<b>LM71 e SW/0</b>							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, $\alpha$ , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
<b>LM71 caso a</b>							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	300.3	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	96.1	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	<b>20.8</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>6.7</b>	kN/m
<b>LM71 caso b</b>							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.80	
coefficiente di adattamento					a	1.0	



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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			2.15	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>358</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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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>40</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	40	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	880	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	35.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	776.6	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	33		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1155		

#### AVVIAMENTO

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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	40	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>4978</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>4674</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>5406</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>293.5</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>132.1</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>364</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	13	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	13.45	m
	altezza di riferimento	z	17.84	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.73	
	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	1463.67	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	3.78	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.78	m
		d/h	1.10478	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09618	
	forza trasversale	fx	26.9	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1077.5	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	5215.2	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.66	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.12009			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09197			
	forza trasversale	fx	26.5			
	forza equivalente in testa pila	Fx	1060.7	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	5070.0	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	13	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.52144			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1463.67	n/m2		
			1.46367	Kpa		
	tipologia di sezione		rettangolare			
	larghezza trasversale pila	b	7	m		
	larghezza longitudinale pila	d	3.4	m		
	raggio della sezione	R	1	m		
	rapporto geometrico	b/d	2.05882			
	rapporto geometrico	r/b	0.14286			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	1.63184			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64286			
	viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	5332599			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.001			

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.9211	
	rapporto geometrico	l/b	1.85714	
	snellezza effettiva	$\lambda$	1.85714	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.62557	
	forza trasversale	f tras	<b>1.5</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>20.0</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>7.8</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione	rettangolare		
	larghezza trasversale pila	b	7	m
	larghezza longitudinale pila	d	3.4	m
	raggio della sezione	R	1	m
	rapporto geometrico	b/d	2.05882	
	rapporto geometrico	r/b	0.14286	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	1.63184	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64286	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.9211	
	rapporto geometrico	l/b	3.82353	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.82353	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65539	
	forza longitudinale	f lon	1.53545	
	forza equivalente in testa pila	F lon	19.9609	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	7.8	m

## 5.7 Azione Sismica

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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.

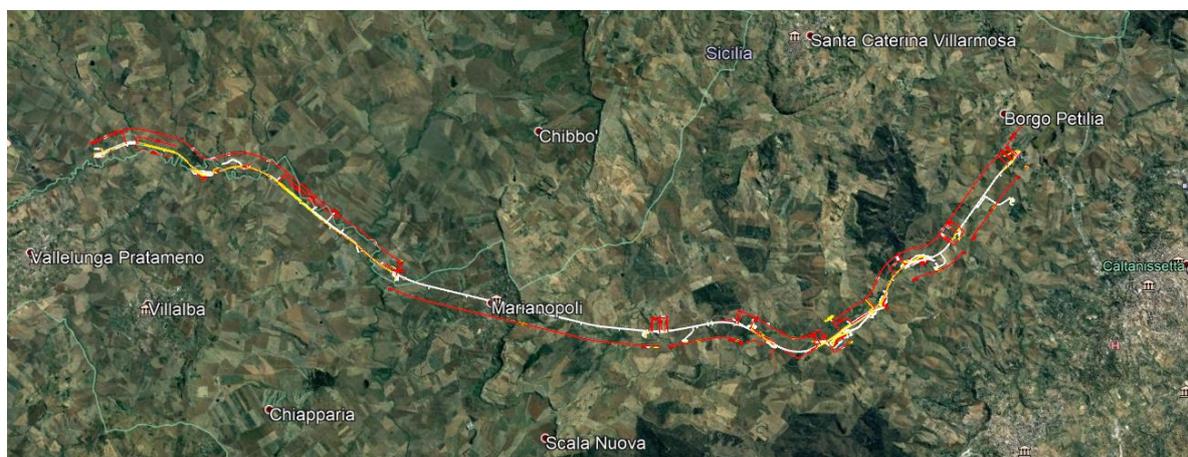


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione:

Elaborazioni grafiche

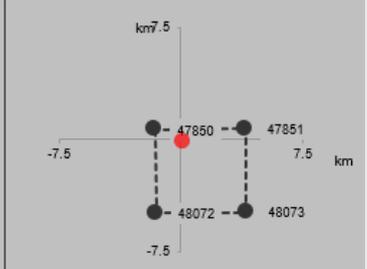
Grafici spettri di risposta ➔

Variabilità dei parametri ➔

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri ➔

Nodi del reticolo intorno al sito

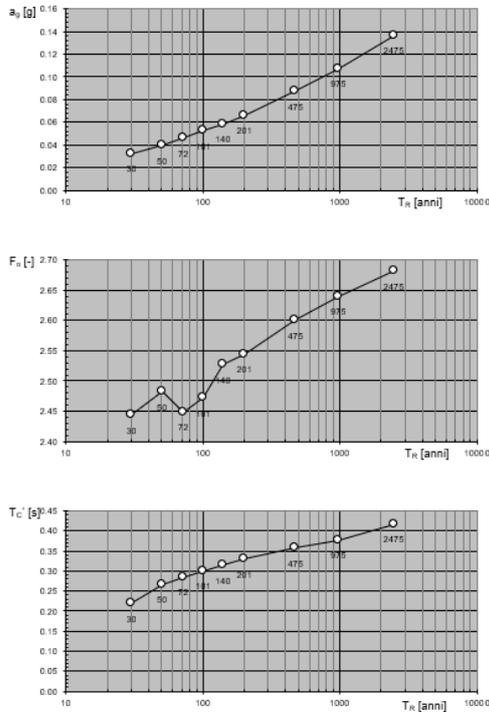


La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

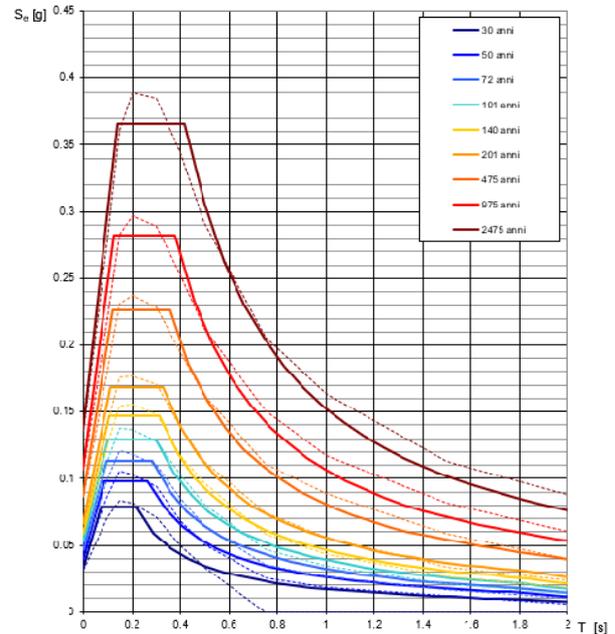
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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

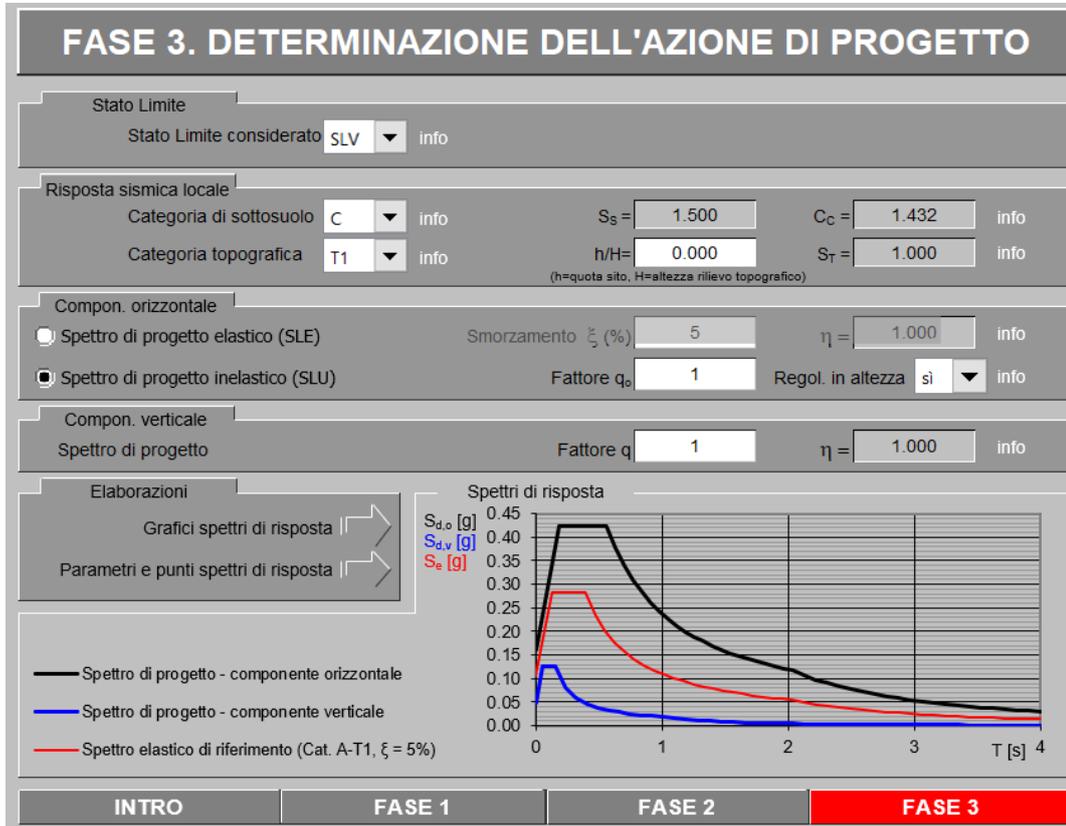
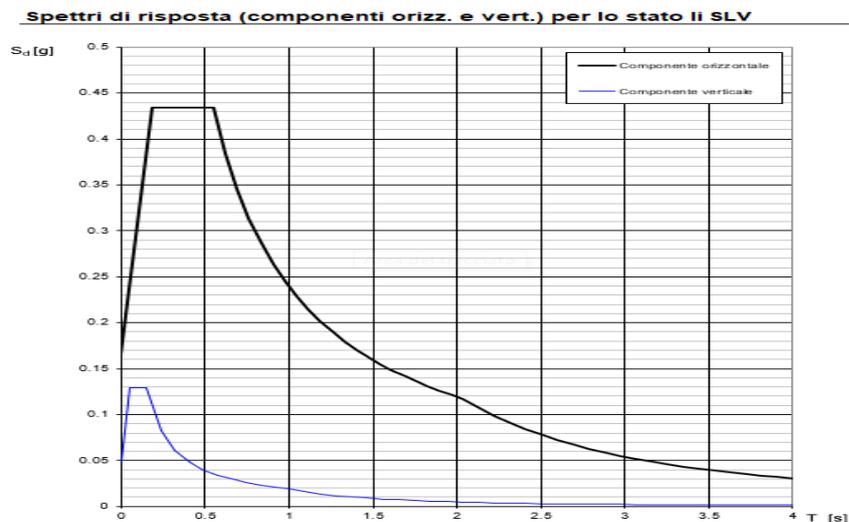


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato \$LV\$**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.097 g
$F_0$	2.651
$T_C$	0.490 s
$S_s$	1500
$C_C$	1.329
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.217 s
$T_C$	0.651 s
$T_D$	1.988 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  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	0.146
$T_B \leftarrow$	0.217	0.386
$T_C \leftarrow$	0.651	0.386
	0.715	0.352
	0.778	0.323
	0.842	0.298
	0.906	0.277
	0.969	0.259
	1.033	0.243
	1.097	0.229
	1.161	0.217
	1.224	0.205
	1.288	0.195
	1.352	0.186
	1.415	0.178
	1.479	0.170
	1.543	0.163
	1.606	0.156
	1.670	0.150
	1.734	0.145
	1.797	0.140
	1.861	0.135
	1.925	0.131
$T_D \leftarrow$	1.988	0.126
	2.084	0.115
	2.180	0.105
	2.276	0.096
	2.371	0.089
	2.467	0.082
	2.563	0.076
	2.659	0.071
	2.755	0.066
	2.850	0.062
	2.946	0.058
	3.042	0.054
	3.138	0.051
	3.234	0.048
	3.329	0.045
	3.425	0.043
	3.521	0.040
	3.617	0.038
	3.713	0.036
	3.808	0.034
	3.904	0.033
	4.000	0.031

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>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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.7.4 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>						
massa treno per direzione long				Com Nmax	5463	kN
massa sismica treno per direzione long				treno	1093	kN
					0	
massa impalcato (G1 + G2)				Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila				Mimp t	10745	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila				1/5 Mimp t	2149	kN
massa pulvino				Mpul	1190	kN
massa pila				Mpila	2282	kN
massa efficace pila				Mpe	1951	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long				Mtot long	12695	kN
verifica di requisito di norma			$Mep < 1/5 Mimp$		<b>OK</b>	

<b>Direzione Trasversale</b>						
massa treno per direzione long				Com Mmax	4742	kN
massa sismica treno per direzione long				treno	948	kN
massa impalcato (G1 + G2)				Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila				Mimp t	10600	kN
massa pulvino				Mpul	1190	kN
massa pila				Mpila	2282	kN
massa efficace pila				Mpe	1951	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv				Mtot tras	12551	kN
verifica di requisito di norma			$Mep < 1/5 Mimp$		<b>OK</b>	

<b>Direzione Verticale</b>						
massa treno per direzione long				Com Mmax	4742	kN
massa sismica treno per direzione long				treno	948	kN
massa impalcato (G1 + G2)				Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila				Mimp t	10600	kN
massa pulvino				Mpul	1190	kN
massa pila				Mpila	2282	kN
massa efficace pila				Mpe	1951	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert				Mtot vert	12551	kN
verifica di requisito di norma			$Mep < 1/5 Mimp$		<b>OK</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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	8.30	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	37.31	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	12.62	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila		E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	13.00	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof		H <sub>e</sub>	13.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	4.9E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	2.9E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	1.7E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.33	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.43	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.06	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.26	0.26	0.39	0.18	g
accelerazione componente longitudinale	0.26	0.26	0.39	0.18	g
accelerazione componente verticale	0.11	0.11	0.11	0.04	g
Sforzo assiale	1437	1437	1437	467	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3417	3759	5126	2378	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	3454	3800	5181	2404	kN
Momento flessionale trasversale	54943	60437	82415	38230	kN m
Momento flessionale longitudinale	46555	51201	69785	32422	kN m

## 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.

### 6.3.4 Escavazioni localizzate viadotto VI05

Precedente

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma plinto	Base plinto [m]	Lunghezza plinto [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	0.00	0.00	62	rett	3.40	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P02	1.01	3.15	7	rett	3.40	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	8.43	plinto scoperto
P03	0.20	0.51	10	rett	3.40	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	1.16	plinto non scoperto
P04	0.00	0.00	69	rett	3.40	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P05	0.00	0.00	71	rett	3.40	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P06	0.00	0.00	73	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P07	0.00	0.00	74	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P08	0.00	0.00	76	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P09	0.00	0.00	77	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P10	0.00	0.00	77	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P11	0.00	0.00	80	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P12	0.00	0.00	81	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P13	0.00	0.00	82	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P14	0.00	0.00	83	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P15	0.00	0.00	83	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P16	0.00	0.00	83	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P17	0.00	0.00	83	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo
P18	0.00	0.00	83	rett	3.30	7.00	quad	11.50	11.50	0.0085	0.00	no scavo

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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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	20607.5	837.375	762.056	1517.02	3038.12	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	14282.3	0	534.348	0	2248.03	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	20607.5	1674.75	554.233	1893.84	1940.81	
A1_SLU_gr4_centrif_4	19232.3	1339.8	629.418	1515.07	2439.4	
A1_SLU_gr1+vento_5	20607.5	855.34	1734.62	1517.02	7601.1	
A1_SLU_gr2+vento_6	14282.3	17.9648	1506.91	0	6811.01	
A1_SLU_gr3+vento_7	20607.5	1692.71	1526.8	1893.84	6503.79	
A1_SLU_gr4+vento_8	19232.3	1357.76	1601.98	1515.07	7002.38	
A1_SLU_vento_gr1_9	19232.3	699.841	2190.98	1213.62	10017.6	
A1_SLU_vento_gr2_10	14172.1	29.9413	2045.24	0	9401.96	
A1_SLU_vento_gr3_11	19232.3	1369.74	2024.72	1515.07	9139.8	
A1_SLU_vento_gr4_12	19232.3	1369.74	2250.36	1515.07	10044.4	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14394.2	577.5	466.377	1046.22	2068.63	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	10032	0	361.683	0	1547.29	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14394.2	1155	323.05	1306.1	1311.86	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13445.8	924	386.283	1044.88	1660.83	
SLE_rar_gr1+vento_18	14394.2	589.477	1114.75	1046.22	5110.61	
SLE_rar_gr2+vento_19	10032	11.9765	1010.06	0	4589.28	
SLE_rar_gr3+vento_20	14394.2	1166.98	971.426	1306.1	4353.85	
SLE_rar_gr4+vento_21	13445.8	935.977	1034.66	1044.88	4702.82	
SLE_rar_vento_gr1_22	13445.8	481.961	1435.52	836.977	6716.68	
SLE_rar_vento_gr2_23	9956	19.9609	1368.51	0	6307.16	
SLE_rar_vento_gr3_24	13445.8	943.961	1320.86	1044.88	6111.27	
SLE_rar_vento_gr4_25	13445.8	943.961	1466.91	1044.88	6730.81	

SLE_fre_gr1_Treno_27	13445.8	462	333.963	836.977	1637.29
SLE_fre_gr2_Scarico_28	9956	0	278.127	0	1232.78
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13445.8	924	219.302	1044.88	1031.88
SLE_fre_gr4_centrif_30	13445.8	924	360.123	1044.88	1649.06
SLE_fre_gr1+vento_31	13445.8	465.992	550.088	836.977	2651.28
SLE_fre_gr2+vento_32	9956	3.99217	494.252	0	2246.78
SLE_fre_gr3+vento_33	13445.8	927.992	435.427	1044.88	2045.87
SLE_fre_gr4+vento_34	13445.8	927.992	576.248	1044.88	2663.06
SLE_fre_vento_gr1_35	9652	9.98043	595.238	0	2559.71
SLE_fre_vento_gr2_36	9652	9.98043	595.238	0	2559.71
SLE_fre_vento_gr3_37	9652	9.98043	595.238	0	2559.71
SLE_fre_vento_gr4_38	9652	9.98043	595.238	0	2559.71
SLE_fre_gr1_temp39	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_fre_gr2_temp40	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_fre_gr3_temp41	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_fre_gr3_temp42	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_qp_gr1_Treno_44	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_45	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_47	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr2+vento_49	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr3+vento_50	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr4+vento_51	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr1_52	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr2_53	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr3_54	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr4_55	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr1_temp56	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp57	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp58	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp59	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_60	10080.2	3329.52	1241.66	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	10080.2	1001.65	3506.42	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	11079.4	1001.65	1241.66	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	10080.2	3662.08	1338.72	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	10080.2	1101.42	3829.96	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	11079.4	1101.42	1338.72	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	10080.2	4997.75	1728.39	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	10080.2	1502.12	5128.84	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	11079.4	1502.12	1728.39	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	9790.78	2319.93	946.944	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	9790.78	698.774	2524.03	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	10114.6	698.774	946.944	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	25295.2	837.375	762.056	12402.9	12944.9
A1_SLU_gr2_Scarico_2	18970	0	534.348	0	9194.56
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	25295.2	1674.75	554.233	23665.6	9145.84
A1_SLU_gr4_centrif_4	23919.9	1339.8	629.418	18932.5	10621.8
A1_SLU_gr1+vento_5	25295.2	855.34	1734.62	12636.4	30151.2
A1_SLU_gr2+vento_6	18970	17.9648	1506.91	233.542	26400.9
A1_SLU_gr3+vento_7	25295.2	1692.71	1526.8	23899.1	26352.1
A1_SLU_gr4+vento_8	23919.9	1357.76	1601.98	19166	27828.1
A1_SLU_vento_gr1_9	23919.9	699.841	2190.98	10311.6	38500.3
A1_SLU_vento_gr2_10	18859.8	29.9413	2045.24	389.237	35990.1
A1_SLU_vento_gr3_11	23919.9	1369.74	2024.72	19321.7	35461.1
A1_SLU_vento_gr4_12	23919.9	1369.74	2250.36	19321.7	39299
SLE_rar_gr1_Treno_14	17866.6	577.5	466.377	8553.72	8131.52
SLE_rar_gr2_Scarico_15	13504.3	0	361.683	0	6249.17
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	17866.6	1155	323.05	16321.1	5511.51
SLE_rar_gr4_centrif_17	16918.1	924	386.283	13056.9	6682.51
SLE_rar_gr1+vento_18	17866.6	589.477	1114.75	8709.42	19602.4
SLE_rar_gr2+vento_19	13504.3	11.9765	1010.06	155.695	17720
SLE_rar_gr3+vento_20	17866.6	1166.98	971.426	16476.8	16982.4
SLE_rar_gr4+vento_21	16918.1	935.977	1034.66	13212.6	18153.4
SLE_rar_vento_gr1_22	16918.1	481.961	1435.52	7102.47	25378.4
SLE_rar_vento_gr2_23	13428.3	19.9609	1368.51	259.491	24097.8
SLE_rar_vento_gr3_24	16918.1	943.961	1320.86	13316.4	23282.4
SLE_rar_vento_gr4_25	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6
SLE_fre_gr1_Treno_27	16918.1	462	333.963	6842.98	5978.81
SLE_fre_gr2_Scarico_28	13428.3	0	278.127	0	4848.43
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	16918.1	924	219.302	13056.9	3882.8
SLE_fre_gr4_centrif_30	16918.1	924	360.123	13056.9	6330.66
SLE_fre_gr1+vento_31	16918.1	465.992	550.088	6894.88	9802.43
SLE_fre_gr2+vento_32	13428.3	3.99217	494.252	51.8983	8672.05
SLE_fre_gr3+vento_33	16918.1	927.992	435.427	13108.8	7706.42
SLE_fre_gr4+vento_34	16918.1	927.992	576.248	13108.8	10154.3
SLE_fre_vento_gr1_35	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8

SLE_fre_vento_gr2_36	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8
SLE_fre_vento_gr3_37	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8
SLE_fre_vento_gr4_38	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8
SLE_fre_gr1_temp39	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_fre_gr2_temp40	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_fre_gr3_temp41	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_fre_gr3_temp42	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_qp_gr1_Treno_44	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr2_Scarico_45	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr4_centrif_47	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr1+vento_48	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr2+vento_49	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr3+vento_50	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr4+vento_51	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr1_52	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr2_53	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr3_54	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr4_55	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr1_temp56	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr2_temp57	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr3_temp58	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr3_temp59	13124.3	0	54.9252	0	738.744
E_103x_SLV_q=1.5_60	13552.6	3329.52	1241.66	41957.3	15592.9
E_103y_SLV_q=1.5_61	13552.6	1001.65	3506.42	12587.2	49552.5
E_103z_SLV_q=1.5_62	14551.8	1001.65	1241.66	12587.2	15592.9
E_103x_SLV_q=1.36_63	13552.6	3662.08	1338.72	46153	17048.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	13552.6	1101.42	3829.96	13845.9	54403.9
E_103z_SLV_q=1.36_65	14551.8	1101.42	1338.72	13845.9	17048.3
E_103x_SLV_q=1_66	13552.6	4997.75	1728.39	63017	22898
E_103y_SLV_q=1_67	13552.6	1502.12	5128.84	18905.1	73903.1
E_103z_SLV_q=1_68	14551.8	1502.12	1728.39	18905.1	22898
E_103x_SLD_q=1_69	13263.1	2319.93	946.944	29223	11175.6
E_103y_SLD_q=1_70	13263.1	698.774	2524.03	8766.91	34828.3
E_103z_SLD_q=1_71	13586.9	698.774	946.944	8766.91	11175.6

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	37256.5	837.375	762.056	14915	15231
A1_SLU_gr2_Scarico_2	30931.3	0	534.348	0	10797.6
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	37256.5	1674.75	554.233	28689.8	10808.5
A1_SLU_gr4_centrif_4	35881.3	1339.8	629.418	22951.9	12510.1
A1_SLU_gr1+vento_5	37256.5	855.34	1734.62	15202.5	35355
A1_SLU_gr2+vento_6	30931.3	17.9648	1506.91	287.436	30921.6
A1_SLU_gr3+vento_7	37256.5	1692.71	1526.8	28977.3	30932.5
A1_SLU_gr4+vento_8	35881.3	1357.76	1601.98	23239.3	32634.1
A1_SLU_vento_gr1_9	35881.3	699.841	2190.98	12411.1	45073.3
A1_SLU_vento_gr2_10	30821.1	29.9413	2045.24	479.061	42125.9
A1_SLU_vento_gr3_11	35881.3	1369.74	2024.72	23430.9	41535.3
A1_SLU_vento_gr4_12	35881.3	1369.74	2250.36	23430.9	46050.1
SLE_rar_gr1_Treno_14	26726.8	577.5	466.377	10286.2	9530.65
SLE_rar_gr2_Scarico_15	22364.6	0	361.683	0	7334.22
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	26726.8	1155	323.05	19786.1	6480.66
SLE_rar_gr4_centrif_17	25778.4	924	386.283	15828.9	7841.36
SLE_rar_gr1+vento_18	26726.8	589.477	1114.75	10477.8	22946.6
SLE_rar_gr2+vento_19	22364.6	11.9765	1010.06	191.624	20750.2
SLE_rar_gr3+vento_20	26726.8	1166.98	971.426	19977.7	19896.7
SLE_rar_gr4+vento_21	25778.4	935.977	1034.66	16020.5	21257.4
SLE_rar_vento_gr1_22	25778.4	481.961	1435.52	8548.35	29685
SLE_rar_vento_gr2_23	22288.6	19.9609	1368.51	319.374	28203.4
SLE_rar_vento_gr3_24	25778.4	943.961	1320.86	16148.3	27245
SLE_rar_vento_gr4_25	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4
SLE_fre_gr1_Treno_27	25778.4	462	333.963	8228.98	6980.7
SLE_fre_gr2_Scarico_28	22288.6	0	278.127	0	5682.81
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	25778.4	924	219.302	15828.9	4540.71
SLE_fre_gr4_centrif_30	25778.4	924	360.123	15828.9	7411.03
SLE_fre_gr1+vento_31	25778.4	465.992	550.088	8292.85	11452.7
SLE_fre_gr2+vento_32	22288.6	3.99217	494.252	63.8748	10154.8
SLE_fre_gr3+vento_33	25778.4	927.992	435.427	15892.8	9012.7
SLE_fre_gr4+vento_34	25778.4	927.992	576.248	15892.8	11883
SLE_fre_vento_gr1_35	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5
SLE_fre_vento_gr2_36	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5

SLE_fre_vento_gr3_37	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5
SLE_fre_vento_gr4_38	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5
SLE_fre_gr1_temp39	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_fre_gr2_temp40	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_fre_gr3_temp41	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_fre_gr3_temp42	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_qp_gr1_Treno_44	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr2_Scarico_45	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr4_centrif_47	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr1+vento_48	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr2+vento_49	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr3+vento_50	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr4+vento_51	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr1_52	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr2_53	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr3_54	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr4_55	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr1_temp56	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr2_temp57	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr3_temp58	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr3_temp59	21984.6	0	54.9252	0	903.52
E_103x_SLV_q=1.5_60	22521.4	4336.01	1543.61	54965.3	20223.7
E_103y_SLV_q=1.5_61	22521.4	2008.14	3808.37	18611.6	60977.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	23773.8	2008.14	1543.61	18611.6	20223.7
E_103x_SLV_q=1.36_63	22521.4	4668.57	1640.67	60158.7	21970.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	22521.4	2107.91	4131.9	20169.6	66799.6
E_103z_SLV_q=1.36_65	23773.8	2107.91	1640.67	20169.6	21970.3
E_103x_SLV_q=1_66	22521.4	6004.24	2030.33	81029.8	28989
E_103y_SLV_q=1_67	22521.4	2508.61	5430.79	26430.9	90195.5
E_103z_SLV_q=1_68	23773.8	2508.61	2030.33	26430.9	28989
E_103x_SLD_q=1_69	22160.7	2814.39	1095.28	37666.2	14461.4
E_103y_SLD_q=1_70	22160.7	1193.23	2672.37	12346.6	42845.4
E_103z_SLD_q=1_71	22571.8	1193.23	1095.28	12346.6	14461.4

## 6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	17691.7	837.375	657.087	5129.32	2699.31
A1_SLU_gr2_Scarico_73	14282.3	0	534.348	0	2248.03
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	17691.7	1674.75	449.264	5506.14	1602
A1_SLU_gr4_centrif_75	16899.6	1339.8	545.443	4404.91	2168.34
A1_SLU_gr1+vento_76	17691.7	855.34	1629.65	5129.32	7262.29
A1_SLU_gr2+vento_77	14282.3	17.9648	1506.91	0	6811.01
A1_SLU_gr3+vento_78	17691.7	1692.71	1421.83	5506.14	6164.98
A1_SLU_gr4+vento_79	16899.6	1357.76	1518.01	4404.91	6731.32
A1_SLU_vento_gr1_80	16899.6	699.841	2123.8	4103.46	9754.15
A1_SLU_vento_gr2_81	14172.1	29.9413	2045.24	0	9401.96
A1_SLU_vento_gr3_82	16899.6	1369.74	1957.54	4404.91	8876.3
A1_SLU_vento_gr4_83	16899.6	1369.74	2166.38	4404.91	9773.31
SLE_rar_gr1_Treno_85	12383.3	577.5	418.115	3537.47	1845.82
SLE_rar_gr2_Scarico_86	10032	0	361.683	0	1547.29
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	12383.3	1155	274.789	3797.34	1089.05
SLE_rar_gr4_centrif_88	11837.1	924	347.674	3037.87	1482.59
SLE_rar_gr1+vento_89	12383.3	589.477	1066.49	3537.47	4887.81
SLE_rar_gr2+vento_90	10032	11.9765	1010.06	0	4589.28
SLE_rar_gr3+vento_91	12383.3	1166.98	923.164	3797.34	4131.04
SLE_rar_gr4+vento_92	11837.1	935.977	996.05	3037.87	4524.57
SLE_rar_vento_gr1_93	11837.1	481.961	1404.63	2829.97	6541.91
SLE_rar_vento_gr2_94	9956	19.9609	1368.51	0	6307.16
SLE_rar_vento_gr3_95	11837.1	943.961	1289.97	3037.87	5936.5
SLE_rar_vento_gr4_96	11837.1	943.961	1428.3	3037.87	6552.57
SLE_fre_gr1_Treno_98	11837.1	462	308.224	2829.97	1464.83
SLE_fre_gr2_Scarico_99	9956	0	278.127	0	1232.78
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	11837.1	924	193.562	3037.87	859.423
SLE_fre_gr4_centrif_101	11837.1	924	327.949	3037.87	1473.71
SLE_fre_gr1+vento_102	11837.1	465.992	524.349	2829.97	2478.83
SLE_fre_gr2+vento_103	9956	3.99217	494.252	0	2246.78
SLE_fre_gr3+vento_104	11837.1	927.992	409.688	3037.87	1873.42
SLE_fre_gr4+vento_105	11837.1	927.992	544.074	3037.87	2487.71

SLE_fre_vento_gr1_106	9652	9.98043	595.238	0	2559.71
SLE_fre_vento_gr2_107	9652	9.98043	595.238	0	2559.71
SLE_fre_vento_gr3_108	9652	9.98043	595.238	0	2559.71
SLE_fre_vento_gr4_109	9652	9.98043	595.238	0	2559.71
SLE_fre_gr1_temp110	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_fre_gr2_temp111	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_fre_gr3_temp112	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_fre_gr3_temp113	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_qp_gr1_Treno_115	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_116	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_118	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_119	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr2+vento_120	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr3+vento_121	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr4+vento_122	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr1_123	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr2_124	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr3_125	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr4_126	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr1_temp127	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp128	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp129	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp130	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_131	10080.2	3329.52	1241.66	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	10080.2	1001.65	3506.42	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	11079.4	1001.65	1241.66	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	10080.2	3662.08	1338.72	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	10080.2	1101.42	3829.96	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	11079.4	1101.42	1338.72	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	10080.2	4997.75	1728.39	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	10080.2	1502.12	5128.84	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	11079.4	1502.12	1728.39	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	9792.2	2407.52	984.369	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	9792.2	725.051	2648.78	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	10119.3	725.051	984.369	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	22379.4	837.375	657.087	16015.2	11241.4
A1_SLU_gr2_Scarico_73	18970	0	534.348	0	9194.56
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	22379.4	1674.75	449.264	27277.9	7442.43
A1_SLU_gr4_centrif_75	21587.3	1339.8	545.443	21822.3	9259.1
A1_SLU_gr1+vento_76	22379.4	855.34	1629.65	16248.7	28447.7
A1_SLU_gr2+vento_77	18970	17.9648	1506.91	233.542	26400.9
A1_SLU_gr3+vento_78	22379.4	1692.71	1421.83	27511.4	24648.7
A1_SLU_gr4+vento_79	21587.3	1357.76	1518.01	22055.9	26465.4
A1_SLU_vento_gr1_80	21587.3	699.841	2123.8	13201.4	37363.5
A1_SLU_vento_gr2_81	18859.8	29.9413	2045.24	389.237	35990.1
A1_SLU_vento_gr3_82	21587.3	1369.74	1957.54	22211.6	34324.3
A1_SLU_vento_gr4_83	21587.3	1369.74	2166.38	22211.6	37936.3
SLE_rar_gr1_Treno_85	15855.7	577.5	418.115	11045	7281.31
SLE_rar_gr2_Scarico_86	13504.3	0	361.683	0	6249.17
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	15855.7	1155	274.789	18812.3	4661.31
SLE_rar_gr4_centrif_88	15309.4	924	347.674	15049.9	6002.35
SLE_rar_gr1+vento_89	15855.7	589.477	1066.49	11200.7	18752.2
SLE_rar_gr2+vento_90	13504.3	11.9765	1010.06	155.695	17720
SLE_rar_gr3+vento_91	15855.7	1166.98	923.164	18968	16132.2
SLE_rar_gr4+vento_92	15309.4	935.977	996.05	15205.6	17473.2
SLE_rar_vento_gr1_93	15309.4	481.961	1404.63	9095.46	24802.1
SLE_rar_vento_gr2_94	13428.3	19.9609	1368.51	259.491	24097.8
SLE_rar_vento_gr3_95	15309.4	943.961	1289.97	15309.4	22706.1
SLE_rar_vento_gr4_96	15309.4	943.961	1428.3	15309.4	25120.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	15309.4	462	308.224	8835.97	5471.74
SLE_fre_gr2_Scarico_99	13428.3	0	278.127	0	4848.43
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	15309.4	924	193.562	15049.9	3375.73
SLE_fre_gr4_centrif_101	15309.4	924	327.949	15049.9	5737.04
SLE_fre_gr1+vento_102	15309.4	465.992	524.349	8887.87	9295.36
SLE_fre_gr2+vento_103	13428.3	3.99217	494.252	51.8983	8672.05
SLE_fre_gr3+vento_104	15309.4	927.992	409.688	15101.8	7199.36
SLE_fre_gr4+vento_105	15309.4	927.992	544.074	15101.8	9560.67
SLE_fre_vento_gr1_106	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8

SLE_fre_vento_gr2_107	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8
SLE_fre_vento_gr3_108	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8
SLE_fre_vento_gr4_109	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8
SLE_fre_gr1_temp110	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_fre_gr2_temp111	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_fre_gr3_temp112	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_fre_gr3_temp113	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_qp_gr1_Treno_115	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr2_Scarico_116	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr4_centrif_118	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr1+vento_119	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr2+vento_120	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr3+vento_121	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr4+vento_122	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr1_123	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr2_124	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr3_125	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr4_126	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr1_temp127	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr2_temp128	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr3_temp129	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr3_temp130	13124.3	0	54.9252	0	738.744
E_103x_SLV_q=1.5_131	13552.6	3329.52	1241.66	41957.3	15592.9
E_103y_SLV_q=1.5_132	13552.6	1001.65	3506.42	12587.2	49552.5
E_103z_SLV_q=1.5_133	14551.8	1001.65	1241.66	12587.2	15592.9
E_103x_SLV_q=1.36_134	13552.6	3662.08	1338.72	46153	17048.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	13552.6	1101.42	3829.96	13845.9	54403.9
E_103z_SLV_q=1.36_136	14551.8	1101.42	1338.72	13845.9	17048.3
E_103x_SLV_q=1_137	13552.6	4997.75	1728.39	63017	22898
E_103y_SLV_q=1_138	13552.6	1502.12	5128.84	18905.1	73903.1
E_103z_SLV_q=1_139	14551.8	1502.12	1728.39	18905.1	22898
E_103x_SLD_q=1_140	13264.5	2407.52	984.369	32422.3	12507.7
E_103y_SLD_q=1_141	13264.5	725.051	2648.78	9726.69	39268.8
E_103z_SLD_q=1_142	13591.7	725.051	984.369	9726.69	12507.7

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	34340.7	837.375	657.087	18527.3	13212.7
A1_SLU_gr2_Scarico_73	30931.3	0	534.348	0	10797.6
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	34340.7	1674.75	449.264	32302.1	8790.22
A1_SLU_gr4_centrif_75	33548.6	1339.8	545.443	25841.7	10895.4
A1_SLU_gr1+vento_76	34340.7	855.34	1629.65	18814.8	33336.7
A1_SLU_gr2+vento_77	30931.3	17.9648	1506.91	287.436	30921.6
A1_SLU_gr3+vento_78	34340.7	1692.71	1421.83	32589.6	28914.2
A1_SLU_gr4+vento_79	33548.6	1357.76	1518.01	26129.2	31019.4
A1_SLU_vento_gr1_80	33548.6	699.841	2123.8	15300.9	43734.9
A1_SLU_vento_gr2_81	30821.1	29.9413	2045.24	479.061	42125.9
A1_SLU_vento_gr3_82	33548.6	1369.74	1957.54	26320.8	40196.9
A1_SLU_vento_gr4_83	33548.6	1369.74	2166.38	26320.8	44435.4
SLE_rar_gr1_Treno_85	24715.9	577.5	418.115	12777.5	8535.66
SLE_rar_gr2_Scarico_86	22364.6	0	361.683	0	7334.22
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	24715.9	1155	274.789	22277.3	5485.67
SLE_rar_gr4_centrif_88	24169.7	924	347.674	17821.9	7045.37
SLE_rar_gr1+vento_89	24715.9	589.477	1066.49	12969.1	21951.7
SLE_rar_gr2+vento_90	22364.6	11.9765	1010.06	191.624	20750.2
SLE_rar_gr3+vento_91	24715.9	1166.98	923.164	22469	18901.7
SLE_rar_gr4+vento_92	24169.7	935.977	996.05	18013.5	20461.4
SLE_rar_vento_gr1_93	24169.7	481.961	1404.63	10541.3	29016
SLE_rar_vento_gr2_94	22288.6	19.9609	1368.51	319.374	28203.4
SLE_rar_vento_gr3_95	24169.7	943.961	1289.97	18141.2	26576
SLE_rar_vento_gr4_96	24169.7	943.961	1428.3	18141.2	29405.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	24169.7	462	308.224	10222	6396.41
SLE_fre_gr2_Scarico_99	22288.6	0	278.127	0	5682.81
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	24169.7	924	193.562	17821.9	3956.42
SLE_fre_gr4_centrif_101	24169.7	924	327.949	17821.9	6720.89
SLE_fre_gr1+vento_102	24169.7	465.992	524.349	10285.8	10868.4
SLE_fre_gr2+vento_103	22288.6	3.99217	494.252	63.8748	10154.8
SLE_fre_gr3+vento_104	24169.7	927.992	409.688	17885.7	8428.42
SLE_fre_gr4+vento_105	24169.7	927.992	544.074	17885.7	11192.9
SLE_fre_vento_gr1_106	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5

SLE_fre_vento_gr2_107	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5
SLE_fre_vento_gr3_108	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5
SLE_fre_vento_gr4_109	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5
SLE_fre_gr1_temp110	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_fre_gr2_temp111	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_fre_gr3_temp112	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_fre_gr3_temp113	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_qp_gr1_Treno_115	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr2_Scarico_116	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr4_centrif_118	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr1+vento_119	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr2+vento_120	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr3+vento_121	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr4+vento_122	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr1_123	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr2_124	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr3_125	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr4_126	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr1_temp127	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr2_temp128	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr3_temp129	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr3_temp130	21984.6	0	54.9252	0	903.52
E_103x_SLV_q=1.5_131	22521.4	4336.01	1543.61	54965.3	20223.7
E_103y_SLV_q=1.5_132	22521.4	2008.14	3808.37	18611.6	60977.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	23773.8	2008.14	1543.61	18611.6	20223.7
E_103x_SLV_q=1.36_134	22521.4	4668.57	1640.67	60158.7	21970.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	22521.4	2107.91	4131.9	20169.6	66799.6
E_103z_SLV_q=1.36_136	23773.8	2107.91	1640.67	20169.6	21970.3
E_103x_SLV_q=1_137	22521.4	6004.24	2030.33	81029.8	28989
E_103y_SLV_q=1_138	22521.4	2508.61	5430.79	26430.9	90195.5
E_103z_SLV_q=1_139	23773.8	2508.61	2030.33	26430.9	28989
E_103x_SLD_q=1_140	22162.2	2901.98	1132.71	41128.2	15905.9
E_103y_SLD_q=1_141	22162.2	1219.51	2797.12	13385.2	47660.2
E_103z_SLD_q=1_142	22576.5	1219.51	1132.71	13385.2	15905.9

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	20607.5	837.375	762.056	1517.02	3038.12
A1_SLU_gr2_Scarico_144	14282.3	0	534.348	0	2248.03
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	20607.5	1674.75	554.233	1893.84	1940.81
A1_SLU_gr4_centrif_146	19232.3	1339.8	629.418	1515.07	2439.4
A1_SLU_gr1+vento_147	20607.5	855.34	1734.62	1517.02	7601.1
A1_SLU_gr2+vento_148	14282.3	17.9648	1506.91	0	6811.01
A1_SLU_gr3+vento_149	20607.5	1692.71	1526.8	1893.84	6503.79
A1_SLU_gr4+vento_150	19232.3	1357.76	1601.98	1515.07	7002.38
A1_SLU_vento_gr1_151	19232.3	699.841	2190.98	1213.62	10017.6
A1_SLU_vento_gr2_152	14172.1	29.9413	2045.24	0	9401.96
A1_SLU_vento_gr3_153	19232.3	1369.74	2024.72	1515.07	9139.8
A1_SLU_vento_gr4_154	19232.3	1369.74	2250.36	1515.07	10044.4
SLE_rar_gr1_Treno_156	14394.2	577.5	466.377	1046.22	2068.63
SLE_rar_gr2_Scarico_157	10032	0	361.683	0	1547.29
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14394.2	1155	323.05	1306.1	1311.86
SLE_rar_gr4_centrif_159	13445.8	924	386.283	1044.88	1660.83
SLE_rar_gr1+vento_160	14394.2	589.477	1114.75	1046.22	5110.61
SLE_rar_gr2+vento_161	10032	11.9765	1010.06	0	4589.28
SLE_rar_gr3+vento_162	14394.2	1166.98	971.426	1306.1	4353.85
SLE_rar_gr4+vento_163	13445.8	935.977	1034.66	1044.88	4702.82
SLE_rar_vento_gr1_164	13445.8	481.961	1435.52	836.977	6716.68
SLE_rar_vento_gr2_165	9956	19.9609	1368.51	0	6307.16
SLE_rar_vento_gr3_166	13445.8	943.961	1320.86	1044.88	6111.27
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	943.961	1466.91	1044.88	6730.81
SLE_fre_gr1_Treno_169	13445.8	462	333.963	836.977	1637.29
SLE_fre_gr2_Scarico_170	9956	0	278.127	0	1232.78
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13445.8	924	219.302	1044.88	1031.88
SLE_fre_gr4_centrif_172	13445.8	924	360.123	1044.88	1649.06
SLE_fre_gr1+vento_173	13445.8	465.992	550.088	836.977	2651.28
SLE_fre_gr2+vento_174	9956	3.99217	494.252	0	2246.78
SLE_fre_gr3+vento_175	13445.8	927.992	435.427	1044.88	2045.87
SLE_fre_gr4+vento_176	13445.8	927.992	576.248	1044.88	2663.06
SLE_fre_vento_gr1_177	9652	9.98043	595.238	0	2559.71

SLE_fre_vento_gr2_178	9652	9.98043	595.238	0	2559.71
SLE_fre_vento_gr3_179	9652	9.98043	595.238	0	2559.71
SLE_fre_vento_gr4_180	9652	9.98043	595.238	0	2559.71
SLE_fre_gr1_temp181	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_fre_gr2_temp182	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_fre_gr3_temp183	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_fre_gr3_temp184	9652	3.99217	282.035	0	1043.66
SLE_qp_gr1_Treno_186	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_187	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_189	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr2+vento_191	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr3+vento_192	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr4+vento_193	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr1_194	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr2_195	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr3_196	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_vento_gr4_197	9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr1_temp198	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp199	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp200	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp201	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_202	10080.2	3329.52	1241.66	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	10080.2	1001.65	3506.42	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	11079.4	1001.65	1241.66	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	10080.2	3662.08	1338.72	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	10080.2	1101.42	3829.96	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	11079.4	1101.42	1338.72	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	10080.2	4997.75	1728.39	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	10080.2	1502.12	5128.84	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	11079.4	1502.12	1728.39	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	9792.2	2407.52	984.369	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	9792.2	725.051	2648.78	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	10119.3	725.051	984.369	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	25295.2	837.375	762.056	12402.9	12944.9
A1_SLU_gr2_Scarico_144	18970	0	534.348	0	9194.56
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	25295.2	1674.75	554.233	23665.6	9145.84
A1_SLU_gr4_centrif_146	23919.9	1339.8	629.418	18932.5	10621.8
A1_SLU_gr1+vento_147	25295.2	855.34	1734.62	12636.4	30151.2
A1_SLU_gr2+vento_148	18970	17.9648	1506.91	233.542	26400.9
A1_SLU_gr3+vento_149	25295.2	1692.71	1526.8	23899.1	26352.1
A1_SLU_gr4+vento_150	23919.9	1357.76	1601.98	19166	27828.1
A1_SLU_vento_gr1_151	23919.9	699.841	2190.98	10311.6	38500.3
A1_SLU_vento_gr2_152	18859.8	29.9413	2045.24	389.237	35990.1
A1_SLU_vento_gr3_153	23919.9	1369.74	2024.72	19321.7	35461.1
A1_SLU_vento_gr4_154	23919.9	1369.74	2250.36	19321.7	39299
SLE_rar_gr1_Treno_156	17866.6	577.5	466.377	8553.72	8131.52
SLE_rar_gr2_Scarico_157	13504.3	0	361.683	0	6249.17
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	17866.6	1155	323.05	16321.1	5511.51
SLE_rar_gr4_centrif_159	16918.1	924	386.283	13056.9	6682.51
SLE_rar_gr1+vento_160	17866.6	589.477	1114.75	8709.42	19602.4
SLE_rar_gr2+vento_161	13504.3	11.9765	1010.06	155.695	17720
SLE_rar_gr3+vento_162	17866.6	1166.98	971.426	16476.8	16982.4
SLE_rar_gr4+vento_163	16918.1	935.977	1034.66	13212.6	18153.4
SLE_rar_vento_gr1_164	16918.1	481.961	1435.52	7102.47	25378.4
SLE_rar_vento_gr2_165	13428.3	19.9609	1368.51	259.491	24097.8
SLE_rar_vento_gr3_166	16918.1	943.961	1320.86	13316.4	23282.4
SLE_rar_vento_gr4_167	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6
SLE_fre_gr1_Treno_169	16918.1	462	333.963	6842.98	5978.81
SLE_fre_gr2_Scarico_170	13428.3	0	278.127	0	4848.43
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	16918.1	924	219.302	13056.9	3882.8
SLE_fre_gr4_centrif_172	16918.1	924	360.123	13056.9	6330.66
SLE_fre_gr1+vento_173	16918.1	465.992	550.088	6894.88	9802.43
SLE_fre_gr2+vento_174	13428.3	3.99217	494.252	51.8983	8672.05
SLE_fre_gr3+vento_175	16918.1	927.992	435.427	13108.8	7706.42
SLE_fre_gr4+vento_176	16918.1	927.992	576.248	13108.8	10154.3
SLE_fre_vento_gr1_177	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8

SLE_fre_vento_gr2_178	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8
SLE_fre_vento_gr3_179	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8
SLE_fre_vento_gr4_180	13124.3	9.98043	595.238	129.746	10297.8
SLE_fre_gr1_temp181	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_fre_gr2_temp182	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_fre_gr3_temp183	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_fre_gr3_temp184	13124.3	3.99217	282.035	51.8983	4710.12
SLE_qp_gr1_Treno_186	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr2_Scarico_187	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr4_centrif_189	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr1+vento_190	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr2+vento_191	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr3+vento_192	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr4+vento_193	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr1_194	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr2_195	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr3_196	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_vento_gr4_197	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37
SLE_qp_gr1_temp198	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr2_temp199	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr3_temp200	13124.3	0	54.9252	0	738.744
SLE_qp_gr3_temp201	13124.3	0	54.9252	0	738.744
E_103x_SLV_q=1.5_202	13552.6	3329.52	1241.66	41957.3	15592.9
E_103y_SLV_q=1.5_203	13552.6	1001.65	3506.42	12587.2	49552.5
E_103z_SLV_q=1.5_204	14551.8	1001.65	1241.66	12587.2	15592.9
E_103x_SLV_q=1.36_205	13552.6	3662.08	1338.72	46153	17048.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	13552.6	1101.42	3829.96	13845.9	54403.9
E_103z_SLV_q=1.36_207	14551.8	1101.42	1338.72	13845.9	17048.3
E_103x_SLV_q=1_208	13552.6	4997.75	1728.39	63017	22898
E_103y_SLV_q=1_209	13552.6	1502.12	5128.84	18905.1	73903.1
E_103z_SLV_q=1_210	14551.8	1502.12	1728.39	18905.1	22898
E_103x_SLD_q=1_211	13264.5	2407.52	984.369	32422.3	12507.7
E_103y_SLD_q=1_212	13264.5	725.051	2648.78	9726.69	39268.8
E_103z_SLD_q=1_213	13591.7	725.051	984.369	9726.69	12507.7

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	37256.5	837.375	762.056	14915	15231
A1_SLU_gr2_Scarico_144	30931.3	0	534.348	0	10797.6
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	37256.5	1674.75	554.233	28689.8	10808.5
A1_SLU_gr4_centrif_146	35881.3	1339.8	629.418	22951.9	12510.1
A1_SLU_gr1+vento_147	37256.5	855.34	1734.62	15202.5	35355
A1_SLU_gr2+vento_148	30931.3	17.9648	1506.91	287.436	30921.6
A1_SLU_gr3+vento_149	37256.5	1692.71	1526.8	28977.3	30932.5
A1_SLU_gr4+vento_150	35881.3	1357.76	1601.98	23239.3	32634.1
A1_SLU_vento_gr1_151	35881.3	699.841	2190.98	12411.1	45073.3
A1_SLU_vento_gr2_152	30821.1	29.9413	2045.24	479.061	42125.9
A1_SLU_vento_gr3_153	35881.3	1369.74	2024.72	23430.9	41535.3
A1_SLU_vento_gr4_154	35881.3	1369.74	2250.36	23430.9	46050.1
SLE_rar_gr1_Treno_156	26726.8	577.5	466.377	10286.2	9530.65
SLE_rar_gr2_Scarico_157	22364.6	0	361.683	0	7334.22
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	26726.8	1155	323.05	19786.1	6480.66
SLE_rar_gr4_centrif_159	25778.4	924	386.283	15828.9	7841.36
SLE_rar_gr1+vento_160	26726.8	589.477	1114.75	10477.8	22946.6
SLE_rar_gr2+vento_161	22364.6	11.9765	1010.06	191.624	20750.2
SLE_rar_gr3+vento_162	26726.8	1166.98	971.426	19977.7	19896.7
SLE_rar_gr4+vento_163	25778.4	935.977	1034.66	16020.5	21257.4
SLE_rar_vento_gr1_164	25778.4	481.961	1435.52	8548.35	29685
SLE_rar_vento_gr2_165	22288.6	19.9609	1368.51	319.374	28203.4
SLE_rar_vento_gr3_166	25778.4	943.961	1320.86	16148.3	27245
SLE_rar_vento_gr4_167	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4
SLE_fre_gr1_Treno_169	25778.4	462	333.963	8228.98	6980.7
SLE_fre_gr2_Scarico_170	22288.6	0	278.127	0	5682.81
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	25778.4	924	219.302	15828.9	4540.71
SLE_fre_gr4_centrif_172	25778.4	924	360.123	15828.9	7411.03
SLE_fre_gr1+vento_173	25778.4	465.992	550.088	8292.85	11452.7
SLE_fre_gr2+vento_174	22288.6	3.99217	494.252	63.8748	10154.8
SLE_fre_gr3+vento_175	25778.4	927.992	435.427	15892.8	9012.7
SLE_fre_gr4+vento_176	25778.4	927.992	576.248	15892.8	11883
SLE_fre_vento_gr1_177	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5

SLE_fre_vento_gr2_178	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5
SLE_fre_vento_gr3_179	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5
SLE_fre_vento_gr4_180	21984.6	9.98043	595.238	159.687	12083.5
SLE_fre_gr1_temp181	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_fre_gr2_temp182	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_fre_gr3_temp183	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_fre_gr3_temp184	21984.6	3.99217	282.035	63.8748	5556.22
SLE_qp_gr1_Treno_186	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr2_Scarico_187	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr4_centrif_189	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr1+vento_190	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr2+vento_191	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr3+vento_192	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr4+vento_193	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr1_194	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr2_195	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr3_196	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_vento_gr4_197	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52
SLE_qp_gr1_temp198	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr2_temp199	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr3_temp200	21984.6	0	54.9252	0	903.52
SLE_qp_gr3_temp201	21984.6	0	54.9252	0	903.52
E_103x_SLV_q=1.5_202	22521.4	4336.01	1543.61	54965.3	20223.7
E_103y_SLV_q=1.5_203	22521.4	2008.14	3808.37	18611.6	60977.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	23773.8	2008.14	1543.61	18611.6	20223.7
E_103x_SLV_q=1.36_205	22521.4	4668.57	1640.67	60158.7	21970.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	22521.4	2107.91	4131.9	20169.6	66799.6
E_103z_SLV_q=1.36_207	23773.8	2107.91	1640.67	20169.6	21970.3
E_103x_SLV_q=1_208	22521.4	6004.24	2030.33	81029.8	28989
E_103y_SLV_q=1_209	22521.4	2508.61	5430.79	26430.9	90195.5
E_103z_SLV_q=1_210	23773.8	2508.61	2030.33	26430.9	28989
E_103x_SLD_q=1_211	22162.2	2901.98	1132.71	41128.2	15905.9
E_103y_SLD_q=1_212	22162.2	1219.51	2797.12	13385.2	47660.2
E_103z_SLD_q=1_213	22576.5	1219.51	1132.71	13385.2	15905.9

 <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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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		14394.2	577.5	466.377	1046.22	2068.63
SLE_rar_gr3+vento_20		14394.2	1166.98	971.426	1306.1	4353.85
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	943.961	1466.91	1044.88	6730.81
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		14394.2	1155	323.05	1306.1	1311.86
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	943.961	1466.91	1044.88	6730.81
SLE_rar_gr4_centrif_17		13445.8	924	386.283	1044.88	1660.83
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	943.961	386.283	1044.88	6730.81
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	943.961	1466.91	1044.88	6730.81
SLE_rar_gr4_centrif_17		13445.8	924	386.283	1044.88	1660.83
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	943.961	1466.91	1044.88	6730.81
SLE_qp_gr1_Treno_44		9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	3.99217	271.05	0	1038.71
SLE_qp_gr1_Treno_44		9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	3.99217	271.05	0	1038.71
E_103x_SLD_q=1_69		9790.78	2319.93	946.944	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		9790.78	698.774	2524.03	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		10114.6	698.774	946.944	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	17866.6	577.5	466.377	8553.72	8131.52	
SLE_rar_gr3+vento_20	17866.6	1166.98	971.426	16476.8	16982.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_rar_gr3+vento_20	17866.6	1166.98	971.426	16476.8	16982.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_rar_gr4_centrif_17	16918.1	924	386.283	13056.9	6682.51	
SLE_rar_vento_gr4_25	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_qp_gr1_Treno_44	13124.3	0	54.9252	0	738.744	
SLE_qp_gr1+vento_48	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37	
SLE_qp_gr1+vento_48	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37	
SLE_qp_gr1+vento_48	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37	
SLE_qp_gr1+vento_48	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37	
E_103x_SLD_q=1_69	13263.1	2319.93	946.944	29223	11175.6	
E_103y_SLD_q=1_70	13263.1	698.774	2524.03	8766.91	34828.3	
E_103z_SLD_q=1_71	13586.9	698.774	946.944	8766.91	11175.6	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	26726.8	577.5	466.377	10286.2	9530.65	
SLE_rar_gr3+vento_20	26726.8	1166.98	971.426	19977.7	19896.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	26726.8	1166.98	971.426	19977.7	19896.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_rar_gr4_centrif_17	25778.4	924	386.283	15828.9	7841.36	
SLE_rar_vento_gr4_25	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_qp_gr1_Treno_44	21984.6	0	54.9252	0	903.52	
SLE_qp_gr1+vento_48	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52	
SLE_qp_gr1+vento_48	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52	
SLE_qp_gr1+vento_48	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52	
SLE_qp_gr1+vento_48	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52	
E_103x_SLD_q=1_69	22160.7	2814.39	1095.28	37666.2	14461.4	
E_103y_SLD_q=1_70	22160.7	1193.23	2672.37	12346.6	42845.4	
E_103z_SLD_q=1_71	22571.8	1193.23	1095.28	12346.6	14461.4	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		12383.3	577.5	418.115	3537.47	1845.82	
SLE_rar_gr3+vento_91		12383.3	1166.98	923.164	3797.34	4131.04	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	943.961	1428.3	3037.87	6552.57	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		12383.3	1155	274.789	3797.34	1089.05	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	943.961	1428.3	3037.87	6552.57	
SLE_rar_gr4_centrif_88		11837.1	924	347.674	3037.87	1482.59	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	943.961	1428.3	3037.87	6552.57	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	943.961	1428.3	3037.87	6552.57	
SLE_rar_gr4_centrif_88		11837.1	924	347.674	3037.87	1482.59	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	943.961	1428.3	3037.87	6552.57	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	3.99217	271.05	0	1038.71	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	3.99217	271.05	0	1038.71	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	3.99217	271.05	0	1038.71	
E_103x_SLD_q=1_140		9792.2	2407.52	984.369	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		9792.2	725.051	2648.78	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		10119.3	725.051	984.369	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	15855.7	577.5	466.377	8553.72	8131.52	
SLE_rar_gr3+vento_91	15855.7	1166.98	923.164	18968	16132.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	15309.4	943.961	1428.3	15309.4	25120.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	15855.7	1166.98	923.164	18968	16132.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	15309.4	943.961	1428.3	15309.4	25120.5	
SLE_rar_gr4_centrif_88	15309.4	924	347.674	15049.9	6002.35	
SLE_rar_vento_gr4_96	15309.4	943.961	1428.3	15309.4	25120.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	15309.4	943.961	1428.3	15309.4	25120.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	15309.4	943.961	1428.3	15309.4	25120.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	15309.4	943.961	1428.3	15309.4	25120.5	
SLE_qp_gr1_Treno_115	13124.3	0	54.9252	0	738.744	
SLE_qp_gr1+vento_119	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37	
SLE_qp_gr1+vento_119	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37	
SLE_qp_gr1+vento_119	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37	
SLE_qp_gr1+vento_119	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37	
E_103x_SLD_q=1_140	13264.5	2407.52	984.369	32422.3	12507.7	
E_103y_SLD_q=1_141	13264.5	725.051	2648.78	9726.69	39268.8	
E_103z_SLD_q=1_142	13591.7	725.051	984.369	9726.69	12507.7	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	24715.9	577.5	466.377	10286.2	9530.65	
SLE_rar_gr3+vento_91	24715.9	1166.98	923.164	22469	18901.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	24169.7	943.961	1428.3	18141.2	29405.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	24715.9	1166.98	923.164	22469	18901.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	24169.7	943.961	1428.3	18141.2	29405.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88	24169.7	924	347.674	17821.9	7045.37	
SLE_rar_vento_gr4_96	24169.7	943.961	1428.3	18141.2	29405.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	24169.7	943.961	1428.3	18141.2	29405.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	24169.7	943.961	1428.3	18141.2	29405.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	24169.7	943.961	1428.3	18141.2	29405.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115	21984.6	0	54.9252	0	903.52	
SLE_qp_gr1+vento_119	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52	
SLE_qp_gr1+vento_119	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52	
SLE_qp_gr1+vento_119	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52	
SLE_qp_gr1+vento_119	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52	
E_103x_SLD_q=1_140	22162.2	2901.98	1132.71	41128.2	15905.9	
E_103y_SLD_q=1_141	22162.2	1219.51	2797.12	13385.2	47660.2	
E_103z_SLD_q=1_142	22576.5	1219.51	1132.71	13385.2	15905.9	

TESTA PILA							
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras		
SLE_rar_gr1_Treno_156	14394.2	577.5	466.377	1046.22	2068.63		
SLE_rar_gr3+vento_162	14394.2	1166.98	971.426	1306.1	4353.85		
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	943.961	1466.91	1044.88	6730.81		
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14394.2	1155	323.05	1306.1	1311.86		
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	943.961	1466.91	1044.88	6730.81		
SLE_rar_gr4_centrif_159	13445.8	924	386.283	1044.88	1660.83		
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	943.961	1466.91	1044.88	6730.81		
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	943.961	1466.91	1044.88	6730.81		
SLE_rar_gr4_centrif_159	13445.8	924	386.283	1044.88	1660.83		
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	943.961	1466.91	1044.88	6730.81		
SLE_qp_gr1_Treno_186	9652	0	54.9252	0	24.7163		
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	3.99217	271.05	0	1038.71		
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	3.99217	271.05	0	1038.71		
SLE_qp_gr1_Treno_186	9652	0	54.9252	0	24.7163		
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	3.99217	271.05	271.05	1038.71		
E_103x_SLD_q=1_211	9792.2	2407.52	984.369	0	0		
E_103y_SLD_q=1_212	9792.2	725.051	2648.78	0	0		
E_103z_SLD_q=1_213	10119.3	725.051	984.369	0	0		

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	17866.6	577.5	466.377	8553.72	8131.52	
SLE_rar_gr3+vento_162	17866.6	1166.98	971.426	16476.8	16982.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_rar_gr3+vento_162	17866.6	1166.98	971.426	16476.8	16982.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_rar_gr4_centrif_159	16918.1	924	386.283	13056.9	6682.51	
SLE_rar_vento_gr4_167	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	16918.1	943.961	1466.91	13316.4	25800.6	
SLE_qp_gr1_Treno_186	13124.3	0	54.9252	0	738.744	
SLE_qp_gr1+vento_190	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37	
SLE_qp_gr1+vento_190	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37	
SLE_qp_gr1+vento_190	13124.3	3.99217	271.05	51.8983	4562.37	
SLE_qp_gr1+vento_190	13124.3	3.99217	271.05	271.05	4562.37	
E_103x_SLD_q=1_211	13264.5	2407.52	984.369	32422.3	12507.7	
E_103y_SLD_q=1_212	13264.5	725.051	2648.78	9726.69	39268.8	
E_103z_SLD_q=1_213	13591.7	725.051	984.369	9726.69	12507.7	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	26726.8	577.5	466.377	10286.2	9530.65	
SLE_rar_gr3+vento_162	26726.8	1166.98	971.426	19977.7	19896.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	26726.8	1166.98	971.426	19977.7	19896.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_rar_gr4_centrif_159	25778.4	924	386.283	15828.9	7841.36	
SLE_rar_vento_gr4_167	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	25778.4	943.961	1466.91	16148.3	30201.4	
SLE_qp_gr1_Treno_186	21984.6	0	54.9252	0	903.52	
SLE_qp_gr1+vento_190	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52	
SLE_qp_gr1+vento_190	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52	
SLE_qp_gr1+vento_190	21984.6	3.99217	271.05	63.8748	5375.52	
SLE_qp_gr1+vento_190	21984.6	3.99217	271.05	271.05	5375.52	
E_103x_SLD_q=1_211	22162.2	2901.98	1132.71	41128.2	15905.9	
E_103y_SLD_q=1_212	22162.2	1219.51	2797.12	13385.2	47660.2	
E_103z_SLD_q=1_213	22576.5	1219.51	1132.71	13385.2	15905.9	

 <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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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		20607.5	837.375	762.056	1517.02	3038.12
A1_SLU_gr3+vento_7		20607.5	1692.71	1526.8	1893.84	6503.79
A1_SLU_vento_gr4_12		19232.3	1369.74	2250.36	1515.07	10044.4
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		20607.5	1674.75	554.233	1893.84	1940.81
A1_SLU_vento_gr4_12		19232.3	1369.74	2250.36	1515.07	10044.4
E_103x_SLV_q=1.5_60		10080.2	3329.52	1241.66	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		10080.2	1001.65	3506.42	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		11079.4	1001.65	1241.66	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		10080.2	4997.75	1728.39	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		10080.2	1502.12	5128.84	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		11079.4	1502.12	1728.39	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		25295.2	837.375	762.056	12402.9	12944.9
A1_SLU_gr3+vento_7		25295.2	1692.71	1526.8	23899.1	26352.1
A1_SLU_vento_gr4_12		23919.9	1369.74	2250.36	19321.7	39299
A1_SLU_gr3+vento_7		25295.2	1692.71	1526.8	23899.1	26352.1
A1_SLU_vento_gr4_12		23919.9	1369.74	2250.36	19321.7	39299
E_103x_SLV_q=1.5_60		13552.6	3329.52	1241.66	41957.3	15592.9
E_103y_SLV_q=1.5_61		13552.6	1001.65	3506.42	12587.2	49552.5
E_103z_SLV_q=1.5_62		14551.8	1001.65	1241.66	12587.2	15592.9
E_103x_SLV_q=1_66		13552.6	4997.75	1728.39	63017	22898
E_103y_SLV_q=1_67		13552.6	1502.12	5128.84	18905.1	73903.1
E_103z_SLV_q=1_68		14551.8	1502.12	1728.39	18905.1	22898
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		37256.5	837.375	762.056	14915	15231
A1_SLU_gr3+vento_7		37256.5	1692.71	1526.8	28977.3	30932.5
A1_SLU_vento_gr4_12		35881.3	1369.74	2250.36	23430.9	46050.1
A1_SLU_gr3+vento_7		37256.5	1692.71	1526.8	28977.3	30932.5
A1_SLU_vento_gr4_12		35881.3	1369.74	2250.36	23430.9	46050.1
E_103x_SLV_q=1.36_63		22521.4	4668.57	1640.67	60158.7	21970.3
E_103y_SLV_q=1.36_64		22521.4	2107.91	4131.9	20169.6	66799.6
E_103z_SLV_q=1.36_65		23773.8	2107.91	1640.67	20169.6	21970.3
E_103x_SLV_q=1_66		22521.4	6004.24	2030.33	81029.8	28989
E_103y_SLV_q=1_67		22521.4	2508.61	5430.79	26430.9	90195.5
E_103z_SLV_q=1_68		23773.8	2508.61	2030.33	26430.9	28989

### Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	17691.7	837.375	657.087	5129.32	2699.31	
A1_SLU_gr3+vento_78	17691.7	1692.71	1421.83	5506.14	6164.98	
A1_SLU_vento_gr4_83	16899.6	1369.74	2166.38	4404.91	9773.31	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	17691.7	1674.75	449.264	5506.14	1602	
A1_SLU_vento_gr4_83	16899.6	1369.74	2166.38	4404.91	9773.31	
E_103x_SLV_q=1.5_131	10080.2	3329.52	1241.66	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	10080.2	1001.65	3506.42	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	11079.4	1001.65	1241.66	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	10080.2	4997.75	1728.39	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	10080.2	1502.12	5128.84	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	11079.4	1502.12	1728.39	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	22379.4	837.375	657.087	16015.2	11241.4	
A1_SLU_gr3+vento_78	22379.4	1692.71	1421.83	27511.4	24648.7	
A1_SLU_vento_gr4_83	21587.3	1369.74	2166.38	22211.6	37936.3	
A1_SLU_gr3+vento_78	22379.4	1692.71	1421.83	27511.4	24648.7	
A1_SLU_vento_gr4_83	21587.3	1369.74	2166.38	22211.6	37936.3	
E_103x_SLV_q=1.5_131	13552.6	3329.52	1241.66	41957.3	15592.9	
E_103y_SLV_q=1.5_132	13552.6	1001.65	3506.42	12587.2	49552.5	
E_103z_SLV_q=1.5_133	14551.8	1001.65	1241.66	12587.2	15592.9	
E_103x_SLV_q=1_137	13552.6	4997.75	1728.39	63017	22898	
E_103y_SLV_q=1_138	13552.6	1502.12	5128.84	18905.1	73903.1	
E_103z_SLV_q=1_139	14551.8	1502.12	1728.39	18905.1	22898	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	34340.7	837.375	657.087	18527.3	13212.7	
A1_SLU_gr3+vento_78	34340.7	1692.71	1421.83	32589.6	28914.2	
A1_SLU_vento_gr4_83	33548.6	1369.74	2166.38	26320.8	44435.4	
A1_SLU_gr3+vento_78	34340.7	1692.71	1421.83	32589.6	28914.2	
A1_SLU_vento_gr4_83	33548.6	1369.74	2166.38	26320.8	44435.4	
E_103x_SLV_q=1.36_134	22521.4	4668.57	1640.67	60158.7	21970.3	
E_103y_SLV_q=1.36_135	22521.4	2107.91	4131.9	20169.6	66799.6	
E_103z_SLV_q=1.36_136	23773.8	2107.91	1640.67	20169.6	21970.3	
E_103x_SLV_q=1_137	22521.4	6004.24	2030.33	81029.8	28989	
E_103y_SLV_q=1_138	22521.4	2508.61	5430.79	26430.9	90195.5	
E_103z_SLV_q=1_139	23773.8	2508.61	2030.33	26430.9	28989	

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	20607.5	837.375	762.056	1517.02	3038.12	
A1_SLU_gr3+vento_149	20607.5	1692.71	1526.8	1893.84	6503.79	
A1_SLU_vento_gr4_154	19232.3	1369.74	2250.36	1515.07	10044.4	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	20607.5	1674.75	554.233	1893.84	1940.81	
A1_SLU_vento_gr4_154	19232.3	1369.74	2250.36	1515.07	10044.4	
E_103x_SLV_q=1.5_202	10080.2	3329.52	1241.66	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	10080.2	1001.65	3506.42	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	11079.4	1001.65	1241.66	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	10080.2	4997.75	1728.39	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	10080.2	1502.12	5128.84	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	11079.4	1502.12	1728.39	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	25295.2	837.375	762.056	12402.9	12944.9	
A1_SLU_gr3+vento_149	25295.2	1692.71	1526.8	23899.1	26352.1	
A1_SLU_vento_gr4_154	23919.9	1369.74	2250.36	19321.7	39299	
A1_SLU_gr3+vento_149	25295.2	1692.71	1526.8	23899.1	26352.1	
A1_SLU_vento_gr4_154	23919.9	1369.74	2250.36	19321.7	39299	
E_103x_SLV_q=1.5_202	13552.6	3329.52	1241.66	41957.3	15592.9	
E_103y_SLV_q=1.5_203	13552.6	1001.65	3506.42	12587.2	49552.5	
E_103z_SLV_q=1.5_204	14551.8	1001.65	1241.66	12587.2	15592.9	
E_103x_SLV_q=1_208	13552.6	4997.75	1728.39	63017	22898	
E_103y_SLV_q=1_209	13552.6	1502.12	5128.84	18905.1	73903.1	
E_103z_SLV_q=1_210	14551.8	1502.12	1728.39	18905.1	22898	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	37256.5	837.375	762.056	14915	15231	
A1_SLU_gr3+vento_149	37256.5	1692.71	1526.8	28977.3	30932.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	35881.3	1369.74	2250.36	23430.9	46050.1	
A1_SLU_gr3+vento_149	37256.5	1692.71	1526.8	28977.3	30932.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	35881.3	1369.74	2250.36	23430.9	46050.1	
E_103x_SLV_q=1.36_205	22521.4	4668.57	1640.67	60158.7	21970.3	
E_103y_SLV_q=1.36_206	22521.4	2107.91	4131.9	20169.6	66799.6	
E_103z_SLV_q=1.36_207	23773.8	2107.91	1640.67	20169.6	21970.3	
E_103x_SLV_q=1_208	22521.4	6004.24	2030.33	81029.8	28989	
E_103y_SLV_q=1_209	22521.4	2508.61	5430.79	26430.9	90195.5	
E_103z_SLV_q=1_210	23773.8	2508.61	2030.33	26430.9	28989	

 <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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

## 7. VERIFICHE STRUTTURALI

Le armature di calcolo derivanti dalle verifiche di resistenza e di esercizio soddisfano le quantità minime indicate dalla normativa, si riepilogano i quantitativi di ciascun elemento.

elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
fusto	206 $\Phi$ 30 interasse 20 cm*	$\Phi$ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv 2.5 strati $\Phi$ 30/10 Long 2.5 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	24 $\Phi$ 30 interasse 15 cm*	$\Phi$ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

## 8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

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

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

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

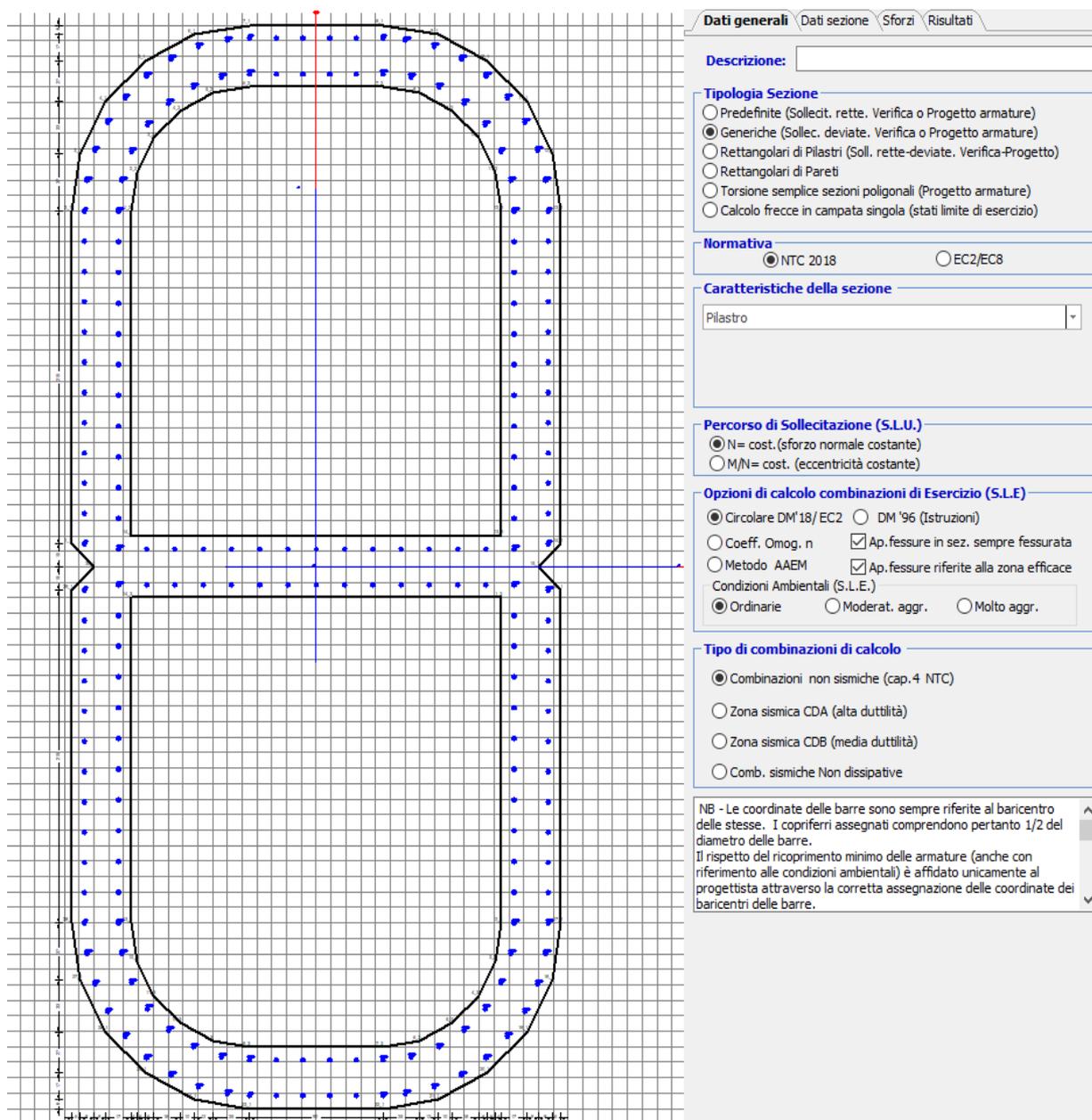
*- alla domanda in duttilità locale e globale allo SLC, nel caso si utilizzino modelli non lineari.*

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

 <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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

## 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.



The image shows a software interface for RC-SEC. On the left is a grid-based cross-section of a pile with reinforcement bars (blue dots) and a central vertical axis (red line). On the right is a configuration panel with the following sections:

- Dati generali**: Description field.
- Tipologia Sezione**:
  - Predefinite (Sollecit. rette. Verifica o Progetto armature)
  - Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)
  - Rettangolari di Pilastri (Soll. rette-deviate. Verifica-Progetto)
  - Rettangolari di Pareti
  - Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)
  - Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)
- Normativa**:
  - NTC 2018
  - EC2/EC8
- Caratteristiche della sezione**:
  - Pilastro (dropdown menu)
- Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)**:
  - N= cost. (sforzo normale costante)
  - M/N= cost. (eccentricità costante)
- Opzioni di calcolo combinazioni di Esercizio (S.L.E.)**:
  - Circolare DM'18/ EC2
  - DM'96 (Istruzioni)
  - Coeff. Omog. n
  - Ap.fessure in sez. sempre fessurata
  - Metodo AAEM
  - Ap.fessure riferite alla zona efficace Condizioni Ambientali (S.L.E.)
  - Ordinarie
  - Moderat. aggr.
  - Molto aggr.
- Tipo di combinazioni di calcolo**:
  - Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)
  - Zona sismica CDA (alta duttilità)
  - Zona sismica CDB (media duttilità)
  - Comb. sismiche Non dissipative
- NB**: Le coordinate delle barre sono sempre riferite al baricentro delle stesse. I copriferri assegnati comprendono pertanto 1/2 del diametro delle barre. Il rispetto del ricoprimento minimo delle armature (anche con riferimento alle condizioni ambientali) è affidato unicamente al progettista attraverso la corretta assegnazione delle coordinate dei baricentri delle barre.

Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 206 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: Biscotto 3.4

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

#### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-170.0	15.0
2	-170.0	230.0
3	-164.1	267.1
4	-147.1	300.5
5	-120.5	327.1
6	-87.1	344.1
7	-50.0	350.0
8	50.0	350.0
9	87.1	344.1
10	120.5	327.1
11	147.1	300.5

12	164.1	267.1
13	170.0	230.0
14	170.0	15.0
15	155.0	0.0
16	170.0	-15.0
17	170.0	-230.0
18	164.1	-267.1
19	147.1	-300.5
20	120.5	-327.1
21	87.1	-344.1
22	50.0	-350.0
23	-50.0	-350.0
24	-87.1	-344.1
25	-120.5	-327.1
26	-147.1	-300.5
27	-164.1	-267.1
28	-170.0	-230.0
29	-170.0	-15.0
30	-155.0	0.0

**DOMINIO N° 2**

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-130.0	230.0
2	-126.1	254.7
3	-114.7	277.0
4	-97.0	294.7
5	-74.7	306.1
6	-50.0	310.0
7	50.0	310.0
8	74.7	306.1
9	97.0	294.7
10	114.7	277.0
11	126.1	254.7
12	130.0	230.0
13	130.0	20.0
14	-130.0	20.0

**DOMINIO N° 3**

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	130.0	-20.0
2	130.0	-230.0
3	126.1	-254.7
4	114.7	-277.0
5	97.0	-294.7
6	74.7	-306.1
7	50.0	-310.0
8	-50.0	-310.0
9	-74.7	-306.1
10	-97.0	-294.7
11	-114.7	-277.0
12	-126.1	-254.7
13	-130.0	-230.0
14	-130.0	-20.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-161.3	15.0	30
2	-161.3	230.0	30
3	-50.0	341.3	30
4	50.0	341.3	30
5	161.3	230.0	30
6	161.3	15.0	30
7	-161.3	-15.0	30
8	-161.3	-230.0	30
9	-50.0	-341.3	30
10	50.0	-341.3	30
11	161.3	-230.0	30
12	161.3	-15.0	30
13	-138.7	11.3	30
14	-138.7	230.0	30
15	-50.0	318.7	30
16	50.0	318.7	30
17	138.7	230.0	30
18	138.7	11.3	30
19	-138.7	-11.3	30
20	-138.7	-230.0	30
21	-50.0	-318.7	30
22	50.0	-318.7	30
23	138.7	-230.0	30
24	138.7	-11.3	30
25	-159.5	249.9	30
26	-154.2	269.1	30
27	-145.5	287.1	30
28	-133.8	303.3	30
29	-119.3	317.1	30
30	-102.6	328.1	30
31	-84.3	335.9	30
32	-64.8	340.3	30
33	-136.5	249.8	30
34	-129.8	268.7	30
35	-119.2	285.5	30
36	-105.0	299.6	30
37	-88.1	310.1	30
38	-69.2	316.6	30
39	159.5	249.9	30
40	154.2	269.1	30
41	145.5	287.1	30
42	133.8	303.3	30
43	119.3	317.1	30
44	102.6	328.1	30
45	84.3	335.9	30
46	64.8	340.3	30
47	136.5	249.8	30
48	129.8	268.7	30
49	119.2	285.5	30
50	105.0	299.6	30
51	88.1	310.1	30
52	69.2	316.6	30
53	-159.5	-249.9	30
54	-154.2	-269.1	30
55	-145.5	-287.1	30
56	-133.8	-303.3	30

57	-119.3	-317.1	30
58	-102.6	-328.1	30
59	-84.3	-335.9	30
60	-64.8	-340.3	30
61	-136.5	-249.8	30
62	-129.8	-268.7	30
63	-119.2	-285.5	30
64	-105.0	-299.6	30
65	-88.1	-310.1	30
66	-69.2	-316.6	30
67	159.5	-249.9	30
68	154.2	-269.1	30
69	145.5	-287.1	30
70	133.8	-303.3	30
71	119.3	-317.1	30
72	102.6	-328.1	30
73	84.3	-335.9	30
74	64.8	-340.3	30
75	136.5	-249.8	30
76	129.8	-268.7	30
77	119.2	-285.5	30
78	105.0	-299.6	30
79	88.1	-310.1	30
80	69.2	-316.6	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	1	2	10	30
2	5	6	10	30
3	7	8	10	30
4	11	12	10	30
5	13	14	10	30
6	17	18	10	30
7	19	20	10	30
8	23	24	10	30
9	3	4	5	30
10	9	10	5	30
11	15	16	5	30
12	18	13	13	30
13	21	22	5	30
14	24	19	13	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	25295.17	12402.90	12944.85	0.00	0.00
2	25295.17	23899.13	26352.14	0.00	0.00
3	23919.93	19321.71	39299.00	0.00	0.00
4	25295.17	23899.13	26352.14	0.00	0.00
5	23919.93	19321.71	39299.00	0.00	0.00
6	13552.56	41957.29	15592.86	0.00	0.00
7	13552.56	12587.19	49552.54	0.00	0.00
8	14551.76	12587.19	15592.86	0.00	0.00
9	22379.37	16015.20	11241.44	0.00	0.00
10	22379.37	27511.44	24648.73	0.00	0.00
11	21587.29	22211.55	37936.27	0.00	0.00
12	22379.37	27511.44	24648.73	0.00	0.00
13	21587.29	22211.55	37936.27	0.00	0.00
14	13552.56	41957.29	15592.86	0.00	0.00
15	13552.56	12587.19	49552.54	0.00	0.00
16	14551.76	12587.19	15592.86	0.00	0.00
17	25295.17	12402.90	12944.85	0.00	0.00
18	25295.17	23899.13	26352.14	0.00	0.00
19	23919.93	19321.71	39299.00	0.00	0.00
20	25295.17	23899.13	26352.14	0.00	0.00
21	23919.93	19321.71	39299.00	0.00	0.00
22	13552.56	41957.29	15592.86	0.00	0.00
23	13552.56	12587.19	49552.54	0.00	0.00
24	14551.76	12587.19	15592.86	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	17866.56	8553.72	8131.52
2	17866.56	16476.79	16982.38
3	16918.11	13316.37	25800.63
4	17866.56	16476.79	16982.38
5	16918.11	13316.37	25800.63
6	15855.66	8553.72	8131.52
7	15855.66	18968.04	16132.17
8	15309.40	15309.36	25120.47
9	15855.66	18968.04	16132.17
10	15309.40	15309.36	25120.47
11	17866.56	8553.72	8131.52
12	17866.56	16476.79	16982.38
13	16918.11	13316.37	25800.63
14	17866.56	16476.79	16982.38
15	16918.11	13316.37	25800.63
16	13263.11	29223.03	11175.59
17	13263.11	8766.91	34828.30
18	13586.93	8766.91	11175.59
19	13264.53	32422.30	12507.74
20	13264.53	9726.69	39268.81
21	13591.66	9726.69	12507.74
22	13264.53	32422.30	12507.74
23	13264.53	9726.69	39268.81
24	13591.66	9726.69	12507.74

**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	16918.11	13056.88 (0.00)	6682.51 (0.00)
2	16918.11	13316.37 (22353.58)	25800.63 (43310.34)
3	16918.11	13316.37 (22353.58)	25800.63 (43310.34)
4	16918.11	13316.37 (22353.58)	25800.63 (43310.34)
5	16918.11	13316.37 (22353.58)	25800.63 (43310.34)
6	15309.40	15049.87 (5508783.11)	6002.35 (2197071.76)
7	15309.40	15309.36 (23114.25)	25120.47 (37927.18)
8	15309.40	15309.36 (23114.25)	25120.47 (37927.18)
9	15309.40	15309.36 (23114.25)	25120.47 (37927.18)
10	15309.40	15309.36 (23114.25)	25120.47 (37927.18)
11	16918.11	13056.88 (0.00)	6682.51 (0.00)
12	16918.11	13316.37 (22353.58)	25800.63 (43310.34)
13	16918.11	13316.37 (22353.58)	25800.63 (43310.34)
14	16918.11	13316.37 (22353.58)	25800.63 (43310.34)
15	16918.11	13316.37 (22353.58)	25800.63 (43310.34)

**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	13124.34	0.00 (0.00)	738.74 (0.00)
2	13124.34	51.90 (0.00)	4562.37 (0.00)
3	13124.34	51.90 (0.00)	4562.37 (0.00)
4	13124.34	51.90 (0.00)	4562.37 (0.00)
5	13124.34	51.90 (0.00)	4562.37 (0.00)
6	13124.34	0.00 (0.00)	738.74 (0.00)
7	13124.34	51.90 (0.00)	4562.37 (0.00)
8	13124.34	51.90 (0.00)	4562.37 (0.00)
9	13124.34	51.90 (0.00)	4562.37 (0.00)
10	13124.34	51.90 (0.00)	4562.37 (0.00)
11	13124.34	0.00 (0.00)	738.74 (0.00)
12	13124.34	51.90 (0.00)	4562.37 (0.00)
13	13124.34	51.90 (0.00)	4562.37 (0.00)
14	13124.34	51.90 (0.00)	4562.37 (0.00)
15	13124.34	271.05 (0.00)	4562.37 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.8 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	25295.17	12402.90	12944.85	25295.17	96441.97	101428.00	7.811456.1(238.4)	
2	S	25295.17	23899.13	26352.14	25295.21	93236.95	102538.96	3.901456.1(238.4)	
3	S	23919.93	19321.71	39299.00	23919.98	54876.33	111726.56	2.841456.1(238.4)	
4	S	25295.17	23899.13	26352.14	25295.21	93236.95	102538.96	3.901456.1(238.4)	
5	S	23919.93	19321.71	39299.00	23919.98	54876.33	111726.56	2.841456.1(238.4)	
6	S	13552.56	41957.29	15592.86	13552.55	157048.16	58171.64	3.741456.1(238.4)	
7	S	13552.56	12587.19	49552.54	13552.67	26023.07	103934.82	2.101456.1(238.4)	
8	S	14551.76	12587.19	15592.86	14552.03	77457.05	96582.96	6.181456.1(238.4)	
9	S	22379.37	16015.20	11241.44	22379.31	123611.22	87643.91	7.741456.1(238.4)	
10	S	22379.37	27511.44	24648.73	22379.57	106286.71	95132.72	3.861456.1(238.4)	
11	S	21587.29	22211.55	37936.27	21587.33	62392.71	107724.08	2.831456.1(238.4)	
12	S	22379.37	27511.44	24648.73	22379.57	106286.71	95132.72	3.861456.1(238.4)	
13	S	21587.29	22211.55	37936.27	21587.33	62392.71	107724.08	2.831456.1(238.4)	
14	S	13552.56	41957.29	15592.86	13552.55	157048.16	58171.64	3.741456.1(238.4)	
15	S	13552.56	12587.19	49552.54	13552.67	26023.07	103934.82	2.101456.1(238.4)	
16	S	14551.76	12587.19	15592.86	14552.03	77457.05	96582.96	6.181456.1(238.4)	
17	S	25295.17	12402.90	12944.85	25295.17	96441.97	101428.00	7.811456.1(238.4)	
18	S	25295.17	23899.13	26352.14	25295.21	93236.95	102538.96	3.901456.1(238.4)	
19	S	23919.93	19321.71	39299.00	23919.98	54876.33	111726.56	2.841456.1(238.4)	
20	S	25295.17	23899.13	26352.14	25295.21	93236.95	102538.96	3.901456.1(238.4)	
21	S	23919.93	19321.71	39299.00	23919.98	54876.33	111726.56	2.841456.1(238.4)	
22	S	13552.56	41957.29	15592.86	13552.55	157048.16	58171.64	3.741456.1(238.4)	
23	S	13552.56	12587.19	49552.54	13552.67	26023.07	103934.82	2.101456.1(238.4)	
24	S	14551.76	12587.19	15592.86	14552.03	77457.05	96582.96	6.181456.1(238.4)	

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	164.1	267.1	0.00331	154.2	269.1	-0.00643	-154.2	-269.1
2	0.00350	164.1	267.1	0.00330	154.2	269.1	-0.00653	-154.2	-269.1
3	0.00350	170.0	230.0	0.00328	159.5	249.9	-0.00875	-159.5	-249.9
4	0.00350	164.1	267.1	0.00330	154.2	269.1	-0.00653	-154.2	-269.1
5	0.00350	170.0	230.0	0.00328	159.5	249.9	-0.00875	-159.5	-249.9
6	0.00350	147.1	300.5	0.00336	133.8	303.3	-0.00685	-133.8	-303.3
7	0.00350	170.0	230.0	0.00305	161.3	230.0	-0.01512	-161.3	-230.0
8	0.00350	164.1	267.1	0.00326	159.5	249.9	-0.00889	-159.5	-249.9
9	0.00350	164.1	267.1	0.00335	154.2	269.1	-0.00611	-154.2	-269.1
10	0.00350	164.1	267.1	0.00332	154.2	269.1	-0.00648	-154.2	-269.1
11	0.00350	164.1	267.1	0.00328	159.5	249.9	-0.00867	-159.5	-249.9
12	0.00350	164.1	267.1	0.00332	154.2	269.1	-0.00648	-154.2	-269.1
13	0.00350	164.1	267.1	0.00328	159.5	249.9	-0.00867	-159.5	-249.9
14	0.00350	147.1	300.5	0.00336	133.8	303.3	-0.00685	-133.8	-303.3
15	0.00350	170.0	230.0	0.00305	161.3	230.0	-0.01512	-161.3	-230.0
16	0.00350	164.1	267.1	0.00326	159.5	249.9	-0.00889	-159.5	-249.9
17	0.00350	164.1	267.1	0.00331	154.2	269.1	-0.00643	-154.2	-269.1
18	0.00350	164.1	267.1	0.00330	154.2	269.1	-0.00653	-154.2	-269.1
19	0.00350	170.0	230.0	0.00328	159.5	249.9	-0.00875	-159.5	-249.9
20	0.00350	164.1	267.1	0.00330	154.2	269.1	-0.00653	-154.2	-269.1
21	0.00350	170.0	230.0	0.00328	159.5	249.9	-0.00875	-159.5	-249.9
22	0.00350	147.1	300.5	0.00336	133.8	303.3	-0.00685	-133.8	-303.3
23	0.00350	170.0	230.0	0.00305	161.3	230.0	-0.01512	-161.3	-230.0
24	0.00350	164.1	267.1	0.00326	159.5	249.9	-0.00889	-159.5	-249.9

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000020448	0.000006384	-0.001561110	----	----
2	0.000020976	0.000006258	-0.001614062	----	----
3	0.000030283	0.000004734	-0.002736981	----	----
4	0.000020976	0.000006258	-0.001614062	----	----
5	0.000030283	0.000004734	-0.002736981	----	----
6	0.000013036	0.000011080	-0.001747263	----	----
7	0.000051882	0.000003105	-0.006034059	----	----
8	0.000028111	0.000006364	-0.002813363	----	----
9	0.000017064	0.000007798	-0.001383389	----	----
10	0.000019549	0.000007013	-0.001581708	----	----
11	0.000029268	0.000005213	-0.002695832	----	----
12	0.000019549	0.000007013	-0.001581708	----	----
13	0.000029268	0.000005213	-0.002695832	----	----

14	0.000013036	0.000011080	-0.001747263	----	----
15	0.000051882	0.000003105	-0.006034059	----	----
16	0.000028111	0.000006364	-0.002813363	----	----
17	0.000020448	0.000006384	-0.001561110	----	----
18	0.000020976	0.000006258	-0.001614062	----	----
19	0.000030283	0.000004734	-0.002736981	----	----
20	0.000020976	0.000006258	-0.001614062	----	----
21	0.000030283	0.000004734	-0.002736981	----	----
22	0.000013036	0.000011080	-0.001747263	----	----
23	0.000051882	0.000003105	-0.006034059	----	----
24	0.000028111	0.000006364	-0.002813363	----	----

**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	3.10	164.1	267.1	7.1	-154.2	-269.1	----	----
2	S	4.65	164.1	267.1	-18.4	-154.2	-269.1	4522	77.8
3	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1
4	S	4.65	164.1	267.1	-18.4	-154.2	-269.1	4522	77.8
5	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1
6	S	2.90	164.1	267.1	4.2	-154.2	-269.1	----	----
7	S	4.64	164.1	267.1	-26.8	-154.2	-269.1	6858	127.2
8	S	5.81	164.1	267.1	-64.6	-159.5	-249.9	12320	219.1
9	S	4.64	164.1	267.1	-26.8	-154.2	-269.1	6858	127.2
10	S	5.81	164.1	267.1	-64.6	-159.5	-249.9	12320	219.1
11	S	3.10	164.1	267.1	7.1	-154.2	-269.1	----	----
12	S	4.65	164.1	267.1	-18.4	-154.2	-269.1	4522	77.8
13	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1
14	S	4.65	164.1	267.1	-18.4	-154.2	-269.1	4522	77.8
15	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1
16	S	4.81	147.1	300.5	-43.6	-133.8	-303.3	9642	183.8
17	S	6.81	170.0	230.0	-125.1	-161.3	-230.0	24488	445.3
18	S	3.03	164.1	267.1	-4.6	-159.5	-249.9	1250	28.3
19	S	5.33	147.1	300.5	-56.0	-133.8	-303.3	10410	190.9
20	S	7.60	170.0	230.0	-153.4	-161.3	-230.0	25223	452.4
21	S	3.27	164.1	267.1	-8.8	-159.5	-249.9	2757	49.5
22	S	5.33	147.1	300.5	-56.0	-133.8	-303.3	10410	190.9
23	S	7.60	170.0	230.0	-153.4	-161.3	-230.0	25223	452.4
24	S	3.27	164.1	267.1	-8.8	-159.5	-249.9	2757	49.5

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
	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	-0.00010	0	0.833	30.0	64	0.00006 (0.00006)	713	0.039 (990.00)	52201.07	53802.86
3	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (990.00)	22353.58	43310.34
4	S	-0.00010	0	0.833	30.0	64	0.00006 (0.00006)	713	0.039 (990.00)	52201.07	53802.86
5	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (990.00)	22353.58	43310.34
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00014	0	0.833	30.0	64	0.00008 (0.00008)	676	0.054 (990.00)	47549.09	40440.13
8	S	-0.00034	0	0.833	30.0	58	0.00019 (0.00019)	673	0.130 (990.00)	23114.25	37927.18
9	S	-0.00014	0	0.833	30.0	64	0.00008 (0.00008)	676	0.054 (990.00)	47549.09	40440.13
10	S	-0.00034	0	0.833	30.0	58	0.00019 (0.00019)	673	0.130 (990.00)	23114.25	37927.18
11	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00010	0	0.833	30.0	64	0.00006 (0.00006)	713	0.039 (990.00)	52201.07	53802.86
13	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (990.00)	22353.58	43310.34
14	S	-0.00010	0	0.833	30.0	64	0.00006 (0.00006)	713	0.039 (990.00)	52201.07	53802.86
15	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (990.00)	22353.58	43310.34
16	S	-0.00023	0	0.833	30.0	60	0.00013 (0.00013)	649	0.085 (990.00)	54934.06	21008.11
17	S	-0.00065	0	0.833	30.0	71	0.00038 (0.00038)	709	0.266 (990.00)	9068.61	36026.87
18	S	-0.00003	0	0.833	30.0	58	0.00001 (0.00001)	571	0.008 (990.00)	80806.68	103008.05
19	S	-0.00029	0	0.833	30.0	60	0.00017 (0.00017)	667	0.112 (990.00)	50554.39	19502.66
20	S	-0.00080	0	0.833	30.0	71	0.00046 (0.00046)	715	0.329 (990.00)	8509.65	34355.36
21	S	-0.00005	0	0.833	30.0	58	0.00003 (0.00003)	669	0.018 (990.00)	56238.95	72318.76
22	S	-0.00029	0	0.833	30.0	60	0.00017 (0.00017)	667	0.112 (990.00)	50554.39	19502.66
23	S	-0.00080	0	0.833	30.0	71	0.00046 (0.00046)	715	0.329 (990.00)	8509.65	34355.36
24	S	-0.00005	0	0.833	30.0	58	0.00003 (0.00003)	669	0.018 (990.00)	56238.95	72318.76

**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	3.13	147.1	300.5	3.9	-145.5	-287.1	----	----
2	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1
3	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1
4	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1
5	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1
6	S	3.03	147.1	300.5	0.5	-133.8	-303.3	0	0.0
7	S	5.81	164.1	267.1	-64.6	-159.5	-249.9	12320	219.1
8	S	5.81	164.1	267.1	-64.6	-159.5	-249.9	12320	219.1
9	S	5.81	164.1	267.1	-64.6	-159.5	-249.9	12320	219.1
10	S	5.81	164.1	267.1	-64.6	-159.5	-249.9	12320	219.1
11	S	3.13	147.1	300.5	3.9	-145.5	-287.1	----	----
12	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1
13	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1
14	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1
15	S	5.79	164.1	267.1	-55.0	-159.5	-249.9	11658	212.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (0.20)	22353.58	43310.34
3	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (0.20)	22353.58	43310.34
4	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (0.20)	22353.58	43310.34

5	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (0.20)	22353.58	43310.34
6	S	0.00000	0	0.833	30.0	60	0.00017 (0.00017)	0	0.002 (0.20)	5508783.112	197071.76
7	S	-0.00034	0	0.833	30.0	58	0.00019 (0.00019)	673	0.130 (0.20)	23114.25	37927.18
8	S	-0.00034	0	0.833	30.0	58	0.00019 (0.00019)	673	0.130 (0.20)	23114.25	37927.18
9	S	-0.00034	0	0.833	30.0	58	0.00019 (0.00019)	673	0.130 (0.20)	23114.25	37927.18
10	S	-0.00034	0	0.833	30.0	58	0.00019 (0.00019)	673	0.130 (0.20)	23114.25	37927.18
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
12	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (0.20)	22353.58	43310.34
13	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (0.20)	22353.58	43310.34
14	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (0.20)	22353.58	43310.34
15	S	-0.00029	0	0.833	30.0	58	0.00017 (0.00017)	663	0.109 (0.20)	22353.58	43310.34

**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	1.38	170.0	230.0	18.3	-161.3	-210.5	---	---
2	S	1.79	170.0	230.0	12.3	-161.3	-230.0	---	---
3	S	1.79	170.0	230.0	12.3	-161.3	-230.0	---	---
4	S	1.79	170.0	230.0	12.3	-161.3	-230.0	---	---
5	S	1.79	170.0	230.0	12.3	-161.3	-230.0	---	---
6	S	1.38	170.0	230.0	18.3	-161.3	-210.5	---	---
7	S	1.79	170.0	230.0	12.3	-161.3	-230.0	---	---
8	S	1.79	170.0	230.0	12.3	-161.3	-230.0	---	---
9	S	1.79	170.0	230.0	12.3	-161.3	-230.0	---	---
10	S	1.79	170.0	230.0	12.3	-161.3	-230.0	---	---
11	S	1.38	170.0	230.0	18.3	-161.3	-210.5	---	---
12	S	1.79	170.0	230.0	12.3	-161.3	-230.0	---	---
13	S	1.79	170.0	230.0	12.3	-161.3	-230.0	---	---
14	S	1.79	170.0	230.0	12.3	-161.3	-230.0	---	---
15	S	1.80	170.0	230.0	12.2	-161.3	-230.0	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	14	mm
bracci staffe	bs	6	
area armature trasversale	Asw	9	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	10	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm
spessore anima sezione rettangolar	sb	50	cm
sezione	tipo	rettangolare	
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$	
<b>Direzione Longitudinale</b>			
resistenza ridotta	f'c	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z_1=0.9d$	298	cm
braccio delle forze interne	$z_2=0.9d$	90	cm
larghezza biella	bw1	66	gradi
larghezza biella	bw2	33	gradi
inclinazione staffe	$\alpha$	90	kN
inclinazione biella	$\vartheta$	39	kN
resistenza puntoni laterali	Vc1	2641	kN
resistenza puntone interno	Vc1	4377	kN
resistenza puntoni	Vc	7018	kN
resistenza staffe	Vs	7018	kN
taglio resisistente	Vr	7018	kN
taglio massimo agente	Ved	5288	kN
	Ved/Vrd	0.75	
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	622.35	cm
larghezza biella	bw	66.00	cm
inclinazione biella	$\vartheta$	39.37	gradi
resistenza puntoni	Vc	18262	kN
resistenza staffe	Vs	18262	kN
taglio resisistente	Vr	18262	kN
taglio massimo agente	Ved	5344.28	kN
	Ved/Vrd	0.29	

 <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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

### 8.3 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>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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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:*

#### 8.4 Verifica spostamenti

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

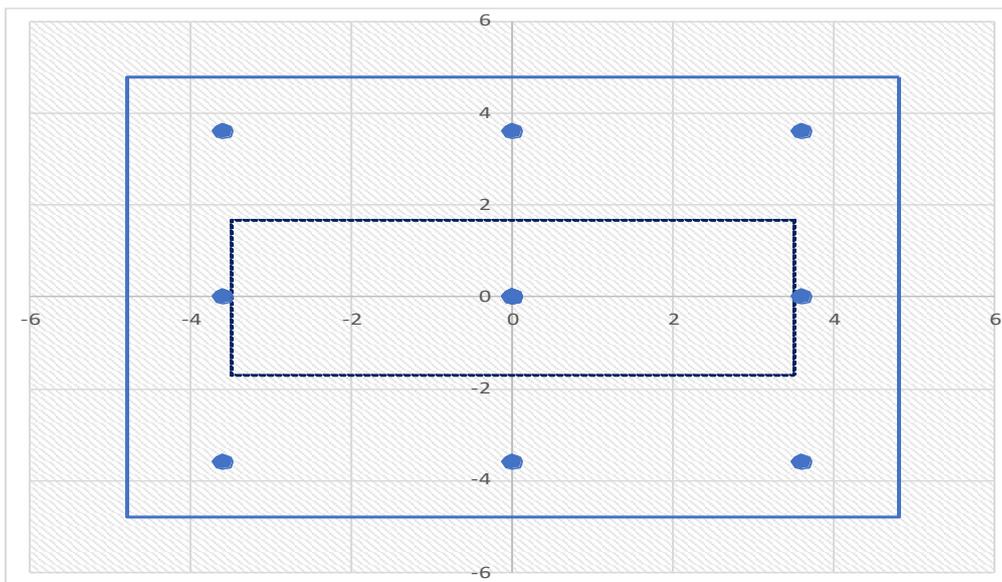
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0.10m$$

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

## 9. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	<b>9</b>		
diametro pali	D	<b>1.2</b>	m	
interasse pali	i	<b>3.6</b>	m	
altezza plinto di fondazione	h	<b>3</b>	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	0.1	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.9	m	
direzione trasversale	a/h	0.033333	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.633333	<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	5481.2	3726.0	6253.8
2	0	-3.6	2798.1	1278.7	-1249.0
3	3.6	3.6	6913.2	7901.7	7595.8
4	3.6	-3.6	4230.1	5454.4	93.1
5	-3.6	-3.6	1366.0	-2897.0	-2591.1
6	-3.6	3.6	4049.1	-449.7	4911.7
7	3.6	0	5571.7	6678.1	3844.5
8	-3.6	0	2707.6	-1673.3	1160.3
9	0	0	4139.6	2502.4	2502.4
	0	0	4139.6	2502.4	2502.4
	0	0	4139.6	2502.4	2502.4
	0	0	4139.6	2502.4	2502.4
taglio combinato in			189.9633	498.5157	528.186
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	3865.2	3726.0	6253.8
2	0	-3.6	1417.9	1278.7	-1249.0
3	3.6	3.6	5207.3	7901.7	7595.8
4	3.6	-3.6	2760.0	5454.4	93.1
5	-3.6	-3.6	75.8	-2897.0	-2591.1
6	-3.6	3.6	2523.1	-449.7	4911.7
7	3.6	0	3983.6	6678.1	3844.5
8	-3.6	0	1299.4	-1673.3	1160.3
9	0	0	2641.5	2502.4	2502.4
	0	0	2641.5	2502.4	2502.4
	0	0	2641.5	2502.4	2502.4
	0	0	2641.5	2502.4	2502.4
taglio combinato in			268.9407	498.5157	528.186

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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</b>	REV. <b>B</b>

## 9.1 Dimensionamento armature

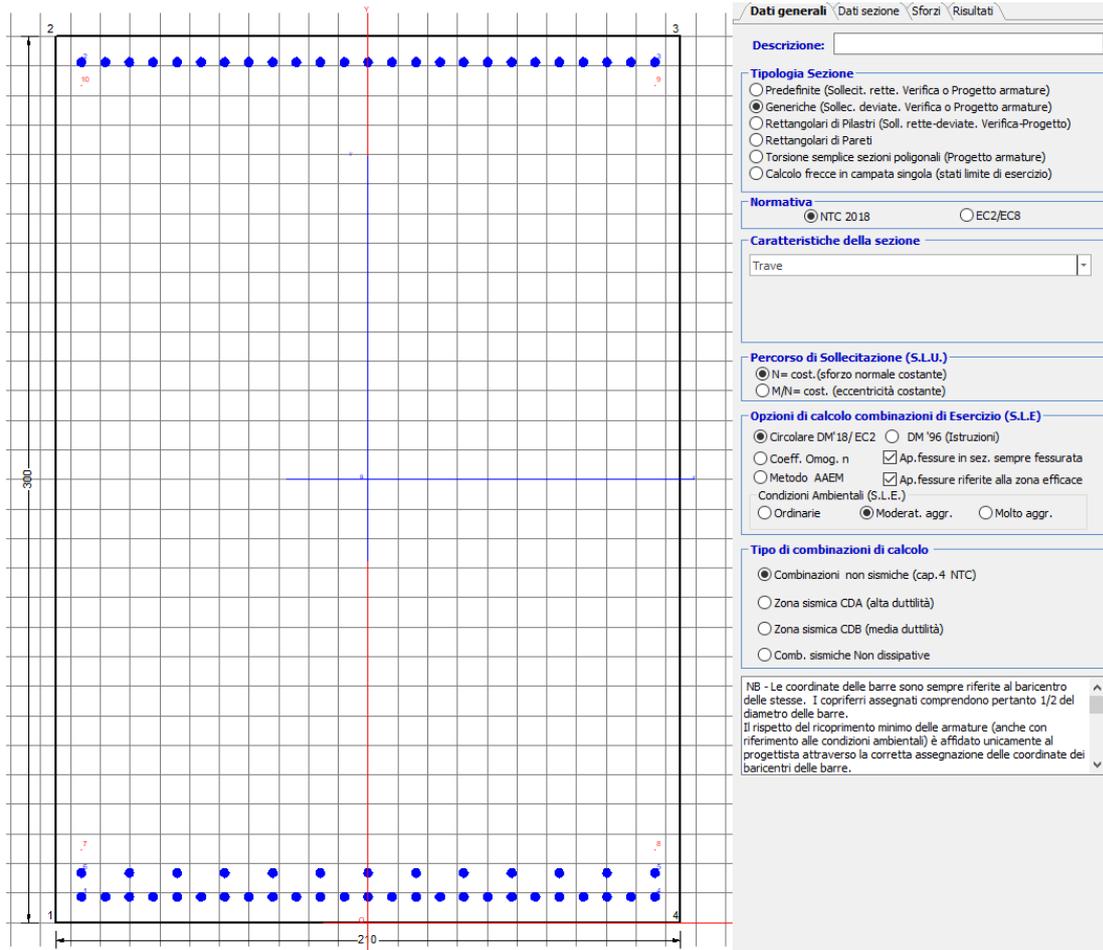
<b><i>posizione del palo più sollecitato</i></b>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	30.509	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	7203.52	KN
forza di trazione risultante		T	12224.8	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	8644.23	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	8644.23	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<b><i>dimensionamento armature</i></b>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	22091	mm2
diámetro armatura		$\Phi$	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.10609	m
numero di ferri per strato		n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	22266	mm2
		coef. Sicur	0.99214	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	22091	mm2
diámetro armatura		$\Phi$	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.09996	m
numero di ferri per strato		n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	22266	mm2
		coef. Sicur	0.99214	
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_t$	388.225	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_l$	388.225	MPa

## 9.2 Verifica a prsso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

Descrizione:

**Tipologia Sezione**

Predefinite (Sollecit. rette. Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)

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

Rettangolari di Pareti

Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

**Normativa**

NTC 2018  EC2/EC8

**Caratteristiche della sezione**

Trave

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

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

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

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

Metodo AAEM  Ap.fessure riferite alla zona efficace

Condizioni Ambientali (S.L.E.)

Ordinarie  Moderat. aggr.  Molto aggr.

**Tipo di combinazioni di calcolo**

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CDB (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

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

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

NOME SEZIONE: fondazione X 210x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-105.0	0.0
2	-105.0	300.0
3	105.0	300.0
4	105.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	291.3	30
3	96.3	291.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	1

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	11	30
3	1	4	23	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	9194.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	8401.00	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	6733.00	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	6358.00 (10464.27)	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	3243.00 (10464.27)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	9194.00	0.00	0.00	29475.00	0.00	3.21	268.6(90.5)
2	S	0.00	8401.00	0.00	0.00	29475.00	0.00	3.51	268.6(90.5)

**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	0.061	-105.0	300.0	0.00177	-96.3	291.3	-0.05432	-96.3	8.7
2	0.00350	0.061	-105.0	300.0	0.00177	-96.3	291.3	-0.05432	-96.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000198494	-0.056048237	0.061	0.700
2	0.000000000	0.000198494	-0.056048237	0.061	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.37	105.0	300.0	-95.4	-16.1	8.7	5985	268.6

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00050	0	0.936	29.9	72	0.00029 (0.00029)	457	0.131 (990.00)	10464.27	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	2.24	105.0	300.0	-90.1	8.0	8.7	5985	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00047	0	0.936	29.9	72	0.00027 (0.00027)	457	0.124 (0.20)	10464.27	0.00

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

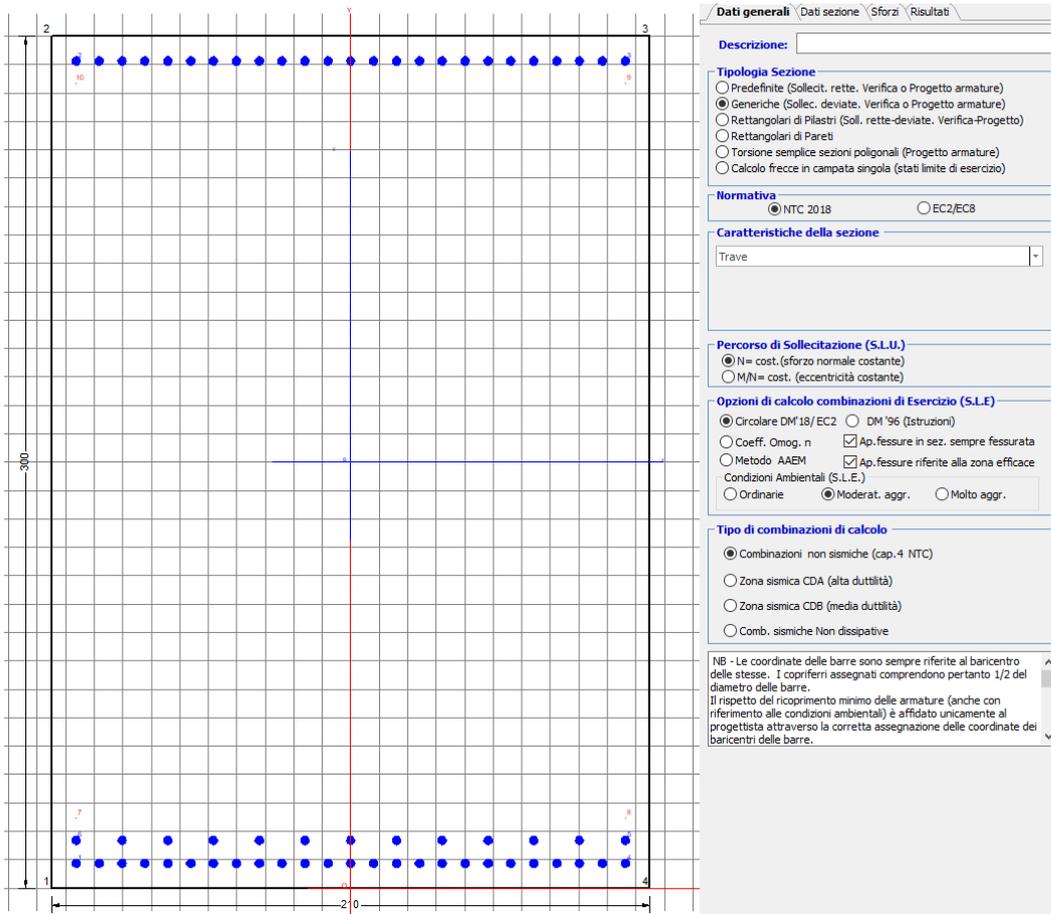
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.14	-105.0	300.0	-46.0	-96.3	8.7	5985	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00024	0	0.936	29.9	72	0.00014 (0.00014)	457	0.063 (0.20)	10464.27	0.00

### 9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione Y 210x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-105.0	0.0
2	-105.0	300.0
3	105.0	300.0
4	105.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	291.3	30
3	96.3	291.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	1

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	11	30
3	1	4	23	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	9194.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	8401.00	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	6733.00	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	6358.00 (10464.27)	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	3243.00 (10464.27)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	9194.00	0.00	0.00	29475.00	0.00	3.21	268.6(90.5)
2	S	0.00	8401.00	0.00	0.00	29475.00	0.00	3.51	268.6(90.5)

#### 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	0.061	-105.0	300.0	0.00177	-96.3	291.3	-0.05432	-96.3	8.7
2	0.00350	0.061	-105.0	300.0	0.00177	-96.3	291.3	-0.05432	-96.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000198494	-0.056048237	0.061	0.700
2	0.000000000	0.000198494	-0.056048237	0.061	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.37	105.0	300.0	-95.4	-16.1	8.7	5985	268.6

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata

e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00050	0	0.936	29.9	72	0.00029 (0.00029)	457	0.131 (990.00)	10464.27	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	2.24	105.0	300.0	-90.1	8.0	8.7	5985	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00047	0	0.936	29.9	72	0.00027 (0.00027)	457	0.124 (0.20)	10464.27	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	1.14	-105.0	300.0	-46.0	-96.3	8.7	5985	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00024	0	0.936	29.9	72	0.00014 (0.00014)	457	0.063 (0.20)	10464.27	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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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	28.3686	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	4.515	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	4.70524	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	29.4038	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			f <sub>ck</sub>	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			f <sub>cd</sub>	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			V <sub>ed</sub>	7203.52	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			v <sub>ed</sub>	1.02495	MPa
resistenza associata			v <sub>Rd,max</sub>	5	MPa
				0.20499	
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento</b>					
coefficiente di dato dai carichi			CR <sub>d,c</sub>	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			q <sub>ly</sub>	0.00405	
percentuale geometrica armatura fless. long			q <sub>lz</sub>	0.00406	
percentuale meccanica complessiva			q <sub>l</sub>	0.00574	
coefficiente			k <sub>1</sub>	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			v <sub>ed</sub>	0.34298	MPa
			v <sub>Rd,c</sub>	0.54292	MPa
				0.63173	

 <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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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

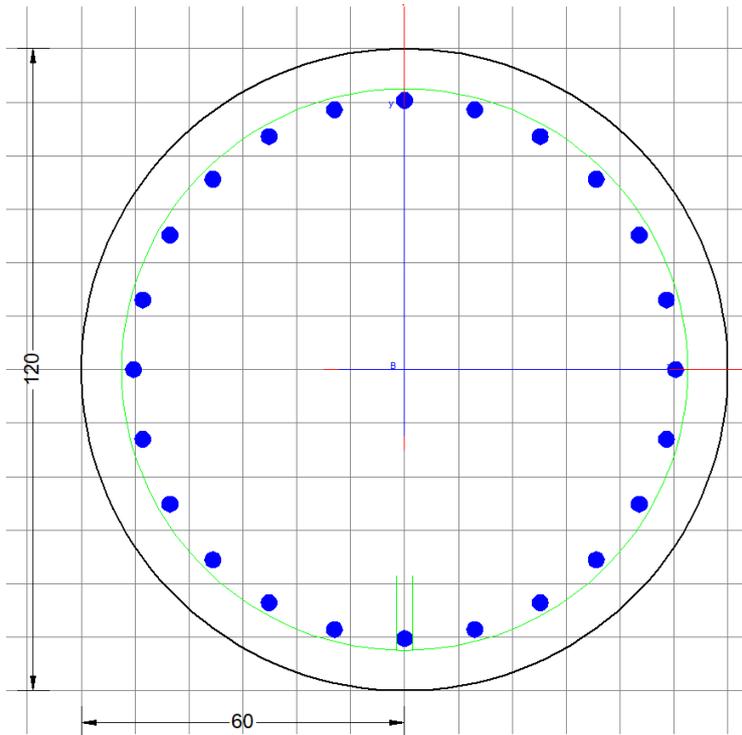
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>37257</b>	1693	1527	28977	30933	
E_103x_SLV_q=1.36_63	22521	4669	1641	60159	21970	
E_103y_SLV_q=1.36_64	22521	2108	4132	20170	66800	
E_103x_SLV_q=1.36_63	22521	4669	1641	<b>60159</b>	21970	
E_103y_SLV_q=1.36_64	22521	2108	4132	20170	<b>66800</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	5481.15	5287.5	3436.15
2	0	-3.6	2798.07	-282.75	1568.59
3	3.6	3.6	6913.22	6304.64	6528.73
4	3.6	-3.6	4230.13	734.39	4661.17
5	-3.6	-3.6	1366.01	-1299.9	-1524
6	-3.6	3.6	4049.09	4270.36	343.576
7	3.6	0	5571.68	3519.52	5594.95
8	-3.6	0	2707.55	1485.23	-590.2
9	0	0	4139.61	2502.37	2502.37
taglio equivalente			253.284	549.829	515.392
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	1.88
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	6913	188	170	564	509
combo2	6305	519	182	1556	547
combo3	6529	234	459	703	1377
combo4	-1524	234	459	703	1377



**Dati generali** | Dati sezione | Stora | Risultati

Descrizione:

**Tipologia Sezione**

Predefinite (Sollec. rette. Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)

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

Rettangolari di Pareti

Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

**Normativa**

NTC 2018  EC2/EC8

**Caratteristiche della sezione**

Pilastro

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

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

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

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

Metodo AAEM  Ap.fessure riferite alla zona efficace

Condizioni Ambientali (S.L.E.)

Ordinarie  Moderat. aggr.  Molto aggr.

**Tipologia di combinazioni di calcolo**

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CDB (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

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

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

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

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

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

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.3	24	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	7203.52	286.12	470.07	0.00	0.00
2	451.88	174.92	159.19	0.00	0.00
3	6913.22	353.59	318.93	0.00	0.00
4	7203.52	286.12	470.07	0.00	0.00
5	6913.22	353.59	318.93	0.00	0.00
6	7203.52	286.12	470.07	0.00	0.00
7	6528.73	440.32	863.11	0.00	0.00
8	-1523.98	440.32	863.11	0.00	0.00
9	6304.64	975.21	342.72	0.00	0.00
10	6528.73	440.32	863.11	0.00	0.00
11	6304.64	975.21	342.72	0.00	0.00
12	6528.73	440.32	863.11	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	5010.08	197.18	306.42
2	484.29	197.18	298.36
3	4815.68	243.77	202.92
4	5010.08	197.18	306.42
5	4815.68	243.77	202.92
6	5010.08	197.18	306.42
7	5142.82	249.25	558.23
8	-219.61	249.25	558.23
9	4875.62	587.89	228.79
10	5017.49	249.25	558.23
11	4875.62	587.89	228.79
12	5017.49	249.25	558.23

**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	5010.08	197.18 (0.00)	306.42 (0.00)
2	484.29	197.18 (403.17)	298.36 (610.06)
3	5010.08	197.18 (0.00)	306.42 (0.00)
4	5010.08	197.18 (0.00)	306.42 (0.00)
5	5010.08	197.18 (0.00)	306.42 (0.00)
6	5010.08	197.18 (0.00)	306.42 (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	2694.56	0.83 (0.00)	56.62 (0.00)
2	2190.91	0.83 (0.00)	56.62 (0.00)
3	2694.56	0.83 (0.00)	56.62 (0.00)
4	2694.56	0.83 (0.00)	56.62 (0.00)
5	2694.56	0.83 (0.00)	56.62 (0.00)
6	2694.56	0.83 (0.00)	56.62 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.1 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [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	7203.52	286.12	470.07	7203.75	1994.20	3277.52	6.97	169.6(33.9)
2	S	451.88	174.92	159.19	451.80	2181.88	1982.81	12.47	169.6(33.9)
3	S	6913.22	353.59	318.93	6913.41	2852.93	2573.74	8.07	169.6(33.9)
4	S	7203.52	286.12	470.07	7203.75	1994.20	3277.52	6.97	169.6(33.9)
5	S	6913.22	353.59	318.93	6913.41	2852.93	2573.74	8.07	169.6(33.9)
6	S	7203.52	286.12	470.07	7203.75	1994.20	3277.52	6.97	169.6(33.9)
7	S	6528.73	440.32	863.11	6528.63	1747.68	3423.39	3.97	169.6(33.9)
8	S	-1523.98	440.32	863.11	-1523.94	1047.28	2063.20	2.39	169.6(33.9)
9	S	6304.64	975.21	342.72	6304.71	3623.35	1268.78	3.71	169.6(33.9)
10	S	6528.73	440.32	863.11	6528.63	1747.68	3423.39	3.97	169.6(33.9)
11	S	6304.64	975.21	342.72	6304.71	3623.35	1268.78	3.71	169.6(33.9)
12	S	6528.73	440.32	863.11	6528.63	1747.68	3423.39	3.97	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	51.3	0.9	0.00298	43.6	25.2	-0.00245	-43.6	-25.2
2	0.00350	40.4	0.9	0.00250	35.6	35.6	-0.00779	-35.6	-35.6
3	0.00350	40.2	0.9	0.00296	35.6	35.6	-0.00257	-35.6	-35.6
4	0.00350	51.3	0.9	0.00298	43.6	25.2	-0.00245	-43.6	-25.2
5	0.00350	40.2	0.9	0.00296	35.6	35.6	-0.00257	-35.6	-35.6
6	0.00350	51.3	0.9	0.00298	43.6	25.2	-0.00245	-43.6	-25.2
7	0.00350	53.4	24.5	0.00295	43.6	25.2	-0.00273	-43.6	-25.2
8	0.00350	53.4	24.5	0.00214	43.6	25.2	-0.01180	-43.6	-25.2
9	0.00350	19.9	55.9	0.00293	13.0	48.6	-0.00283	-13.0	-48.6
10	0.00350	53.4	24.5	0.00295	43.6	25.2	-0.00273	-43.6	-25.2
11	0.00350	19.9	55.9	0.00293	13.0	48.6	-0.00283	-13.0	-48.6
12	0.00350	53.4	24.5	0.00295	43.6	25.2	-0.00273	-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	0.000046115	0.000028069	0.000260832	----	----

2	0.000068899	0.000075707	-0.002641891	----	----
3	0.000036877	0.000040885	0.000196463	----	----
4	0.000046115	0.000028069	0.000260832	----	----
5	0.000036877	0.000040885	0.000196463	----	----
6	0.000046115	0.000028069	0.000260832	----	----
7	0.000050368	0.000025696	0.000107357	----	----
8	0.000123605	0.000063058	-0.004825638	----	----
9	0.000019058	0.000054231	0.000051064	----	----
10	0.000050368	0.000025696	0.000107357	----	----
11	0.000019058	0.000054231	0.000051064	----	----
12	0.000050368	0.000025696	0.000107357	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.25	50.5	0.0	33.7	-43.6	-25.2	----	----
2	S	2.59	50.1	0.0	-39.5	-43.6	-25.2	1393	35.3
3	S	4.90	38.4	0.0	34.4	-35.6	-35.6	----	----
4	S	5.25	50.5	0.0	33.7	-43.6	-25.2	----	----
5	S	4.90	38.4	0.0	34.4	-35.6	-35.6	----	----
6	S	5.25	50.5	0.0	33.7	-43.6	-25.2	----	----
7	S	6.45	54.8	0.0	21.4	-43.6	-25.2	----	----
8	S	4.30	54.8	0.0	-132.3	-43.6	-25.2	2002	42.4
9	S	6.34	21.8	0.0	17.5	-13.0	-48.6	----	----
10	S	6.36	54.8	0.0	20.1	-43.6	-25.2	----	----
11	S	6.34	21.8	0.0	17.5	-13.0	-48.6	----	----
12	S	6.36	54.8	0.0	20.1	-43.6	-25.2	----	----

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00023	0	0.833	30.0	82	0.00012 (0.00012)	614	0.073 (990.00)	403.17	610.06
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	-0.00075	0	0.833	30.0	82	0.00040 (0.00040)	680	0.270 (990.00)	220.31	493.41
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.25	50.5	0.0	33.7	-43.6	-25.2	---	---
2	S	2.59	50.1	0.0	-39.5	-43.6	-25.2	1393	35.3
3	S	5.25	50.5	0.0	33.7	-43.6	-25.2	---	---
4	S	5.25	50.5	0.0	33.7	-43.6	-25.2	---	---
5	S	5.25	50.5	0.0	33.7	-43.6	-25.2	---	---
6	S	5.25	50.5	0.0	33.7	-43.6	-25.2	---	---

**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	-0.00023	0	0.833	30.0	82	0.00012 (0.00012)	614	0.073 (0.20)	403.17	610.06
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	2.20	60.0	0.0	26.0	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.83	60.0	0.0	20.5	-50.3	0.0	---	---
3	S	2.20	60.0	0.0	26.0	-50.3	0.0	---	---
4	S	2.20	60.0	0.0	26.0	-50.3	0.0	---	---
5	S	2.20	60.0	0.0	26.0	-50.3	0.0	---	---
6	S	2.20	60.0	0.0	26.0	-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>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>VI05 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 560 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0505003</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	37257	1693	1527	28977	30933	
E_103x_SLV_q=1_66	22521	<b>6004</b>	2030	81030	28989	
E_103y_SLV_q=1_67	22521	2509	<b>5431</b>	26431	90195	
E_103x_SLV_q=1_66	22521	6004	2030	81030	28989	
E_103y_SLV_q=1_67	22521	2509	5431	26431	90195	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T <sub>x</sub>	6004	2509
sollecitazione massima direzione y	T <sub>y</sub>	2030	5431
vettore complessivo, singolo palo	T	704	665

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	A <sub>sw</sub>	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	b <sub>w</sub>	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>	704	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.72	

## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	190 kg/mc
Plinto di fondazione	140 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 140 kg/mc