

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)**

**VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 305m**

*Relazione di calcolo Pile - P5*

SCALA:

-

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


RS3U 40 D 09 CL VI0305 003 B

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

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


File: RS3U40D09CLVI0305003B

n. Elab.: 09\_041\_2


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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
3.1.1	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	9
4.	DATI DI BASE .....	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	16
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	17
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	17
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall’impalcato.....	18
5.3	Carichi da traffico verticali .....	18
5.4	Effetti dinamici .....	20
5.5	Disposizione treni di carico.....	20
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	24
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	24
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	26
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	27
5.6.4	<i>Forza d’attrito</i> .....	28
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	28
5.7	Azione Sismica .....	31
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	32
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	33
5.7.3	<i>Calcolo dell’azione Sismica</i> .....	38
5.7.4	<i>Check analisi statica</i> .....	39
5.7.5	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	40
5.7.1	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	41
6.	SOLLECITAZIONI .....	42
6.1	Combinazioni di carico .....	42
6.1.1	<i>Configurazione 1</i> .....	42
6.1.2	<i>Configurazione 2</i> .....	48

 <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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

6.1.1	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 .....	84
8.1	Verifica spostamenti.....	87
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	90
9.1	Dimensionamento armature .....	92
9.1	Verifica a presso-flessione.....	93
9.1.1	Direzione trasversale.....	93
9.1.2	Direzione longitudinale.....	98
9.2	Verifica a punzonamento .....	103
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	104
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	104
10.2	Verifica strutturale .....	104
10.3	Verifica a taglio .....	112
11.	INCIDENZE .....	113

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>3 di 114</b>

Progetto definitivo

Relazione di calcolo Pile – P5

## 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 VI03 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 5 che rappresenta la tipologica per le pile di altezza inferiore a 21m, con variazione di luce 40-50m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI03 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a singolo binario, ha uno sviluppo complessivo di 305m, ed è costituito da 4 campate isostatiche di luce 25, 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, le campate di luce maggiore sono realizzate con 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 16.5x12, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1500 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 12 e disposti ad interessa minimi di 4.5m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.50 m.

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

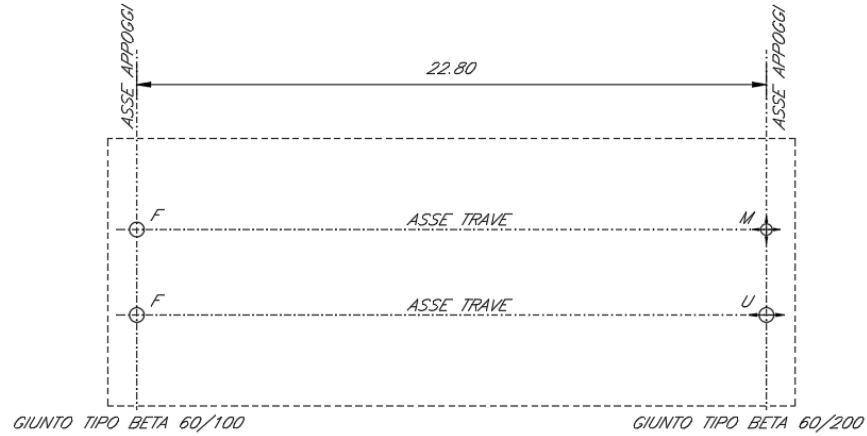
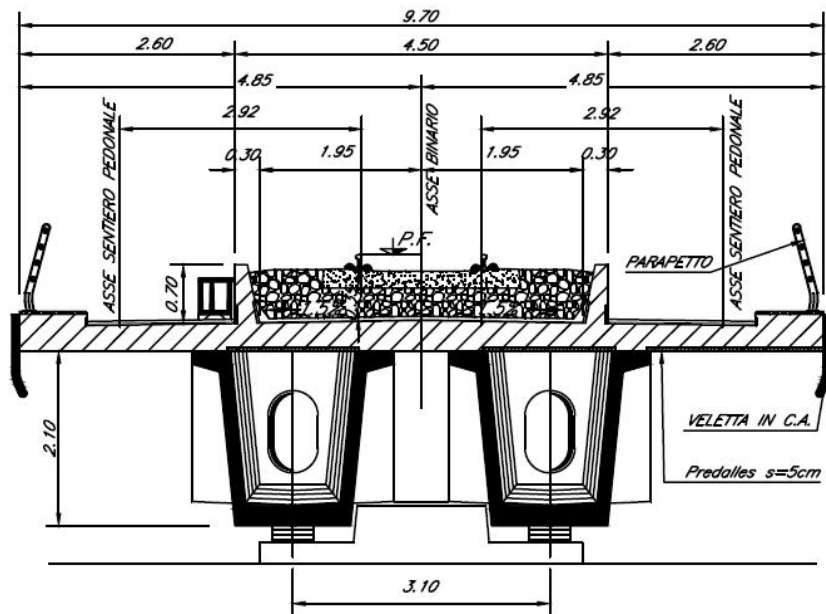


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



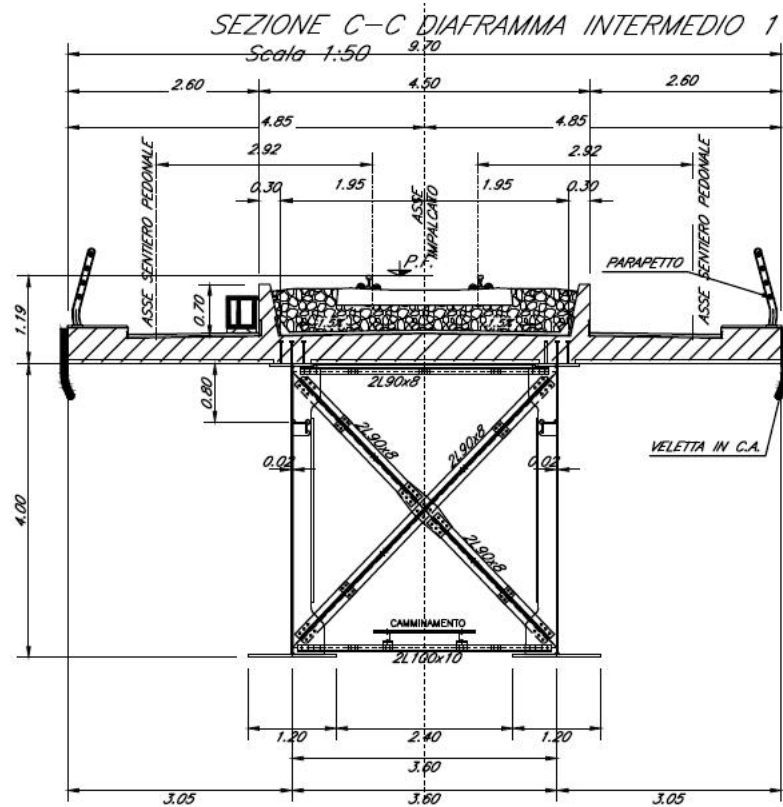
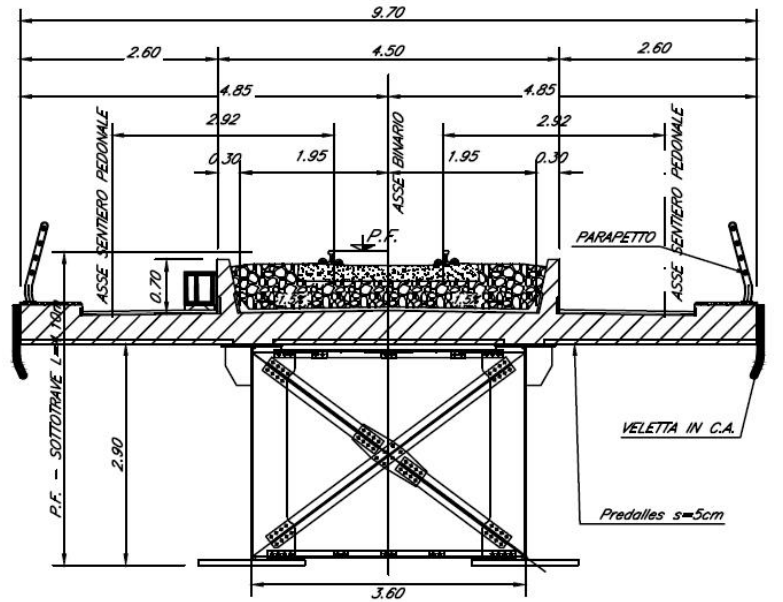


Figura 2: sezione trasversale impalcato

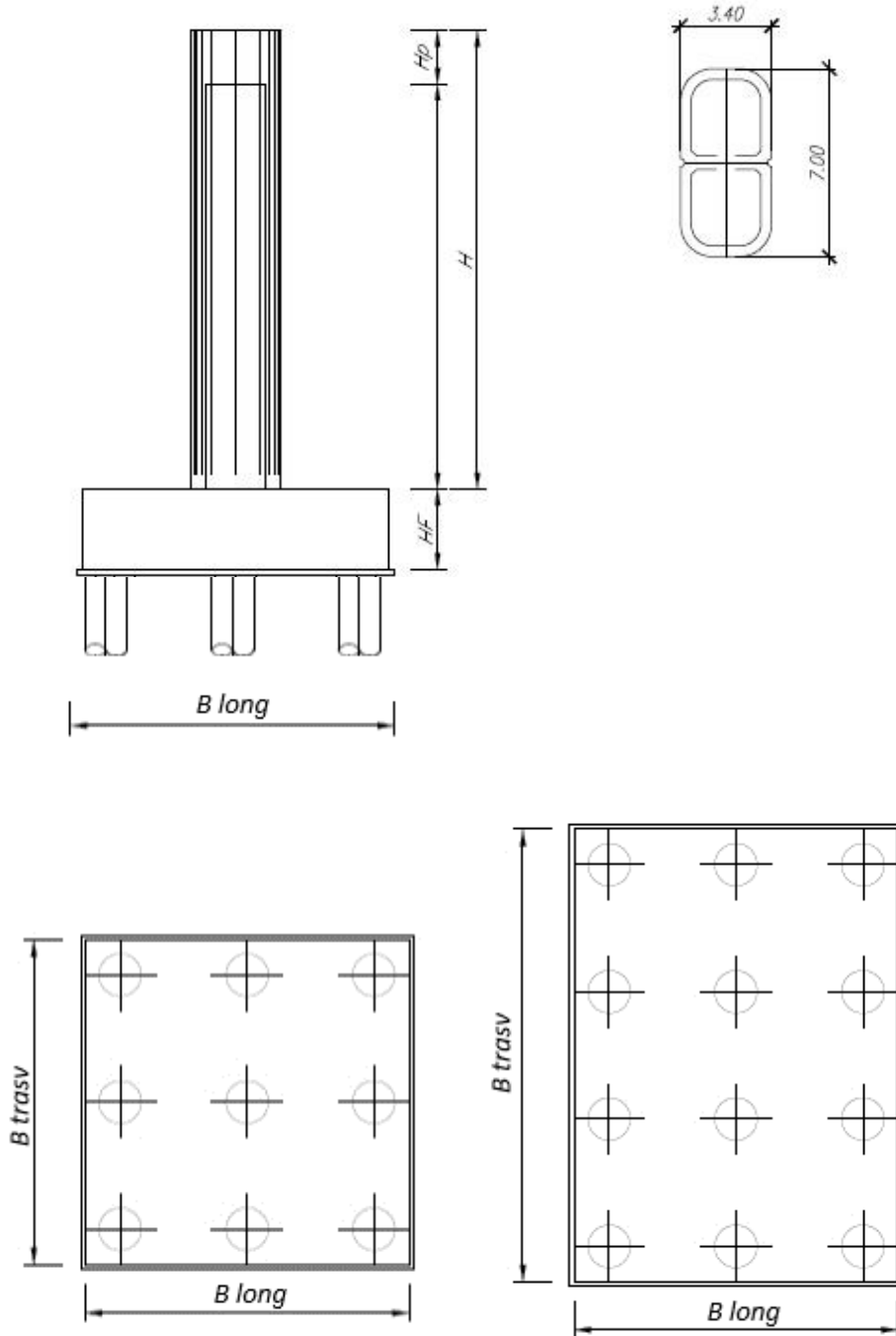



Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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>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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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>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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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 21.00m. 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	21	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	10.230	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale			I11	44.488	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale			I22	14.561	m <sup>4</sup>
calcestruzzo			fck	32	MPa
massa pulvino			mp	3942	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	16.5	m
larghezza in direzione longitudinale			d	12	m
altezza della fondazione			h	3	m
altezza terreno di ricoprimento			ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento			A	174.2	m <sup>3</sup>
peso di volume del terreno			y	19	kN/3
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>					
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.			il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)			ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila			a	2	m

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

#### 4.2 Modelli di analisi e verifica

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

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

#### 4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver
A1_SLU_gr1_Treno	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr2_Scarico	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr3_Fre/avv	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr4_centrif	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr1+vento	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr2+vento	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr3+vento	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr4+vento	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_vento_gr1	1,35	1,5	1,16	0	0,58	1,16	1,16	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr2	1,35	1,5	0	1,16	0	1,16	1,16	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr3	1,35	1,5	1,16	0	1,16	0,58	0,58	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr4	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	1,5	0	0	0
SLE_rar_gr1_Treno	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr2_Scarico	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr3_Fre/avv	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr4_centrif	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr1+vento	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr2+vento	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr3+vento	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr4+vento	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_vento_gr1	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr2	1	1	0,8	0,8	0	0,8	0,8	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr3	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr4	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0	0	0
SLE_fre_gr1_Treno	1	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr2_Scarico	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr3_Fre/avv	1	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr4_centrif	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0	0	0	0
SLE_fre_gr1+vento	1	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0
SLE_fre_gr2+vento	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3+vento	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr4+vento	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0,2	0	0	0
SLE_fre_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0



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
- [Lunghezze] m
- [Forze] 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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

## 5. ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Peso proprio elementi strutturali

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

viadotto a binario					Singolo			
lato impalcato					<b>SX</b>			<b>DX</b>
tipologia di impalcato					<b>2TR</b>			<b>2TR</b>
luce impalcato					<b>40</b>	m		<b>50</b> m
<b>DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE</b>								
altezza cassoncino				h	<b>1.8</b>	m		<b>2.8</b> m
spessore medio soletta				s	<b>0.35</b>	m		<b>0.4</b> m
estradosso impalcato				H	<b>2.15</b>	m		<b>3.2</b> m
spessore ballast + rotaia				hb	<b>0.88</b>	m		<b>0.88</b> m
altezza PF da estradosso trave				h2	<b>1.225</b>	m		<b>1.19</b> m
lunghezza travata				L	<b>40</b>	m		<b>49.6</b> m
luce appoggi travata				La	<b>38</b>	m		<b>48</b> m
larghezza totale impalcato				B	<b>9.7</b>	m		
peso permanente strutturale				G1	<b>4978</b>	kN		<b>6544</b> kN
peso permanenti non strutt				G2	<b>4674</b>	kN		<b>5570</b> kN

<b>Altezze da intradosso del cassoncino</b>								
baricentro del cassoncino				gc	<b>0.76</b>	m		<b>1.12</b> m
area cassoncino				Ac	<b>0.11</b>	m <sup>2</sup>		<b>0.12</b> m <sup>2</sup>
baricentro della soletta				gs	<b>2.04</b>	m		<b>2.33</b> m
area soletta				As	<b>1.88</b>	m <sup>2</sup>		<b>3.00</b> m <sup>2</sup>
baricentro sezione trave+soletta		(da intradosso trave)		Gb1	<b>1.70</b>	m		<b>2.09</b> m
baricentro del ballast		(da intradosso trave)		Gb2	<b>2.59</b>	m		<b>3.64</b> m
altezza piano del ferro		(da intradosso trave)		H	<b>3.025</b>	m		<b>3.99</b> m
baricentro treno		(da intradosso trave)		Gb3	<b>4.825</b>	m		<b>5.79</b> m

 <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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

## 5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato

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

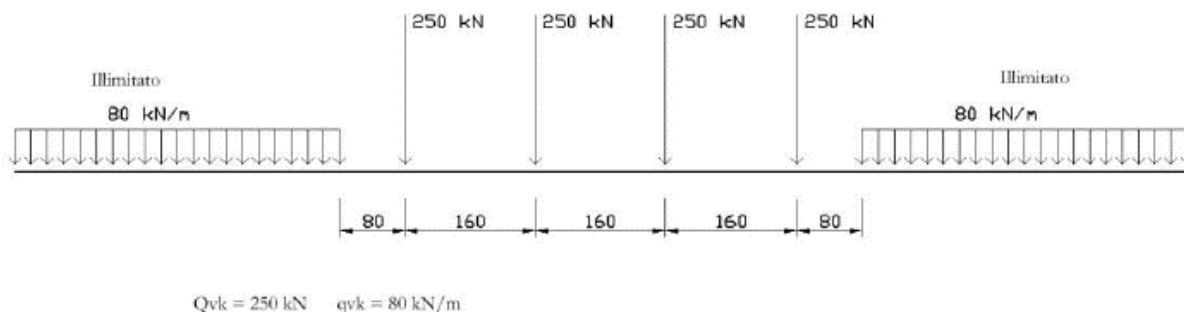
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	5761	940
scarichi estradosso Pila - G2	5122	538
scarichi estradosso Fondazione - G1	10893	940
scarichi estradotto Fondazione - G2	5122	538
scarichi sui Pali - G1	30708	940
scarichi sui Pali - G2	5122	538

## 5.3 Carichi da traffico verticali

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

### ➤ *Modello di carico LM71*

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



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

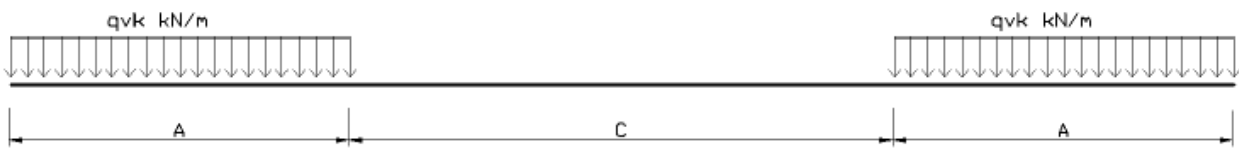
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.4 Effetti dinamici

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

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

#### 5.5 Disposizione treni di carico

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

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

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

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

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

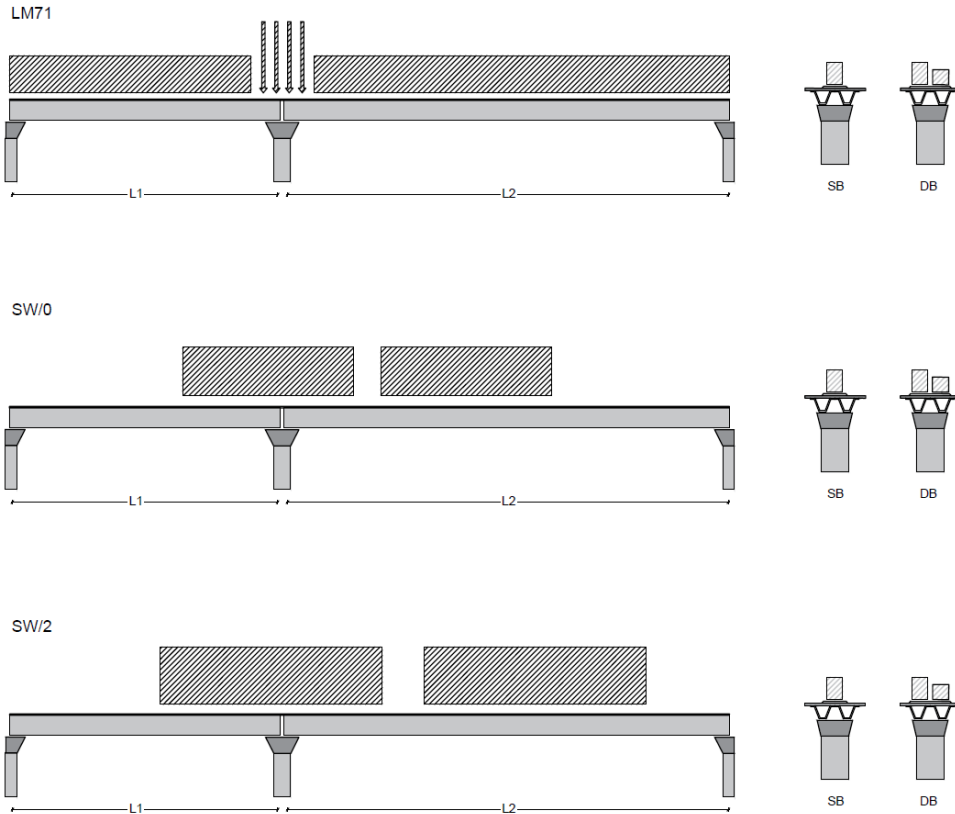


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

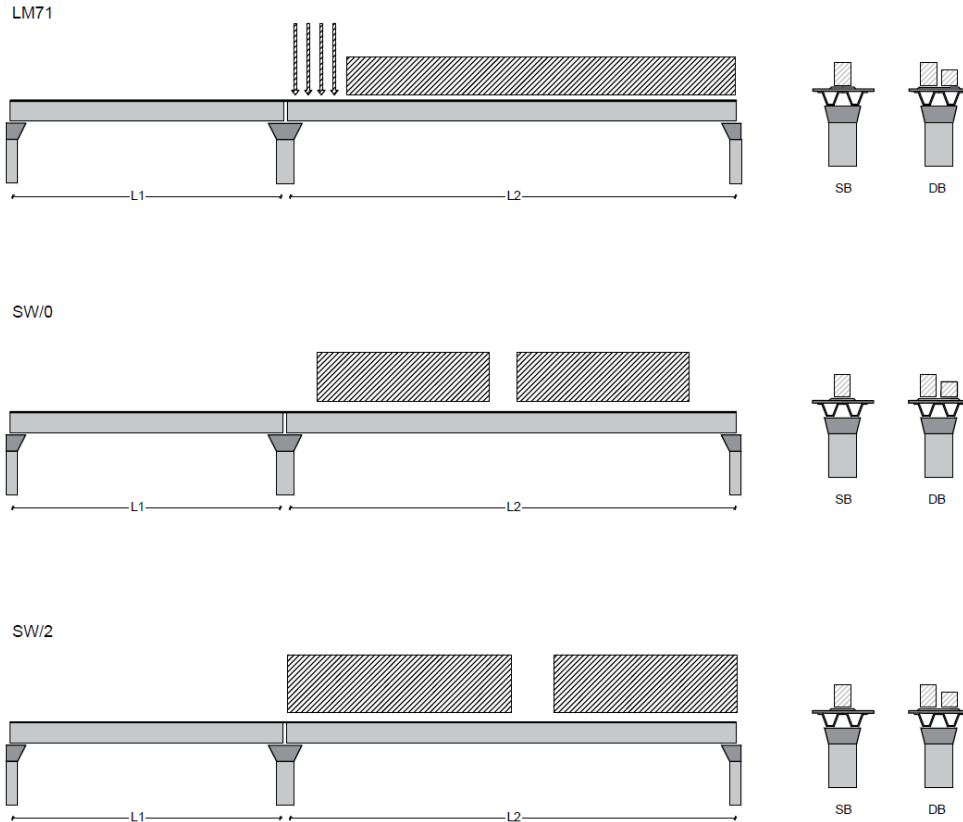


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

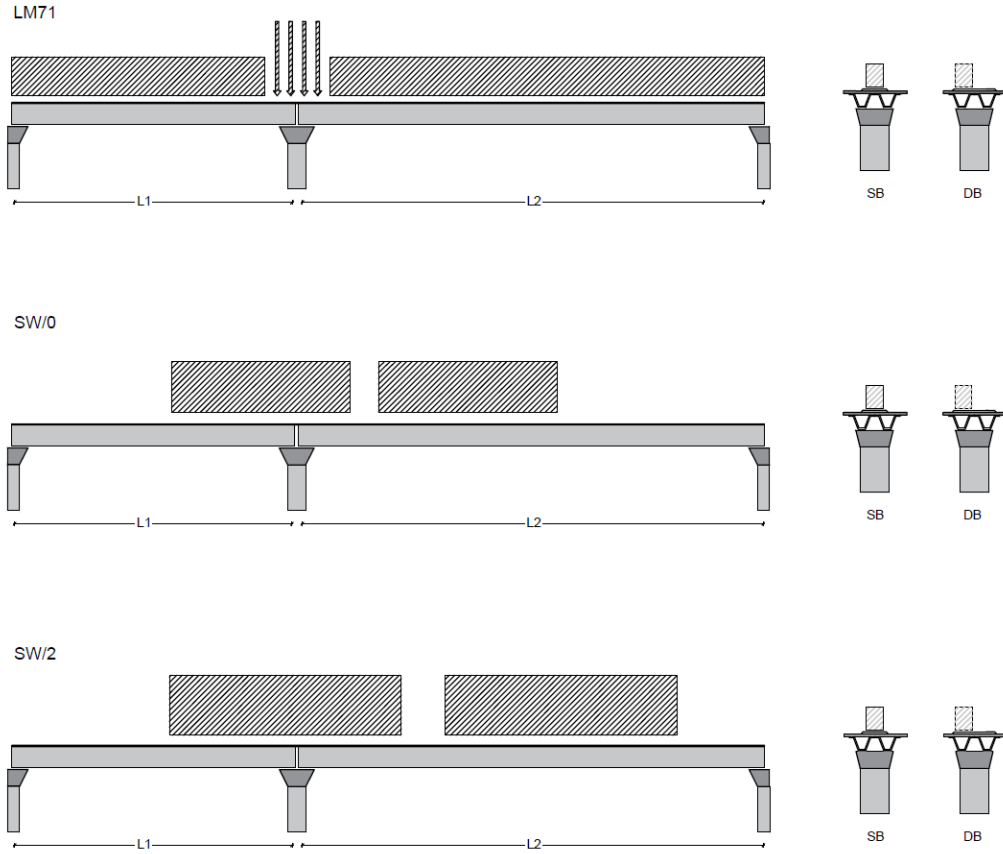



Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	1050	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>35.7</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>11.4</b>	kN/m
<b>LM71 caso b</b>							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.80	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	273.0	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	87.4	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	<b>42.0</b>	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>13.4</b>	kN/m
<b>SW/2</b>						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di $\alpha$ pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	<b>163.82</b>	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>12.29</b>	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	12.285128	0	12.2851	550.3737	3483.87


 <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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.2 Serpeggio

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.3 Frenatura ed avviamento

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

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

#### FENATURA

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

#### AVVIAMENTO

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.6.4 Forza d'attrito

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

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


#### 5.6.5 Azione del Vento

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

velocità di base di riferimento slm	Vbo	<b>28</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>500</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>380</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	21	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	21.45	m
	altezza di riferimento	z	25.84	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.99	
	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	1600.7	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	29.5	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1319.8	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	6387.9	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	<b>29.0</b>			
	forza equivalente in testa pila	Fx	<b>1299.2</b>	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>6210.0</b>	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	21	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.84347			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1600.7	n/m2		
			1.6007	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	5831843			
	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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.92442	
	rapporto geometrico	l/b	3	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64537	
	forza trasversale	f tras	<b>1.7</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>35.3</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>12.6</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	0.92442	
	rapporto geometrico	l/b	6.17647	
	snellezza effettiva	$\lambda$	6.17647	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.6752	
	forza longitudinale	f lon	1.6792	
	forza equivalente in testa pila	F lon	35.2632	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	12.6	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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

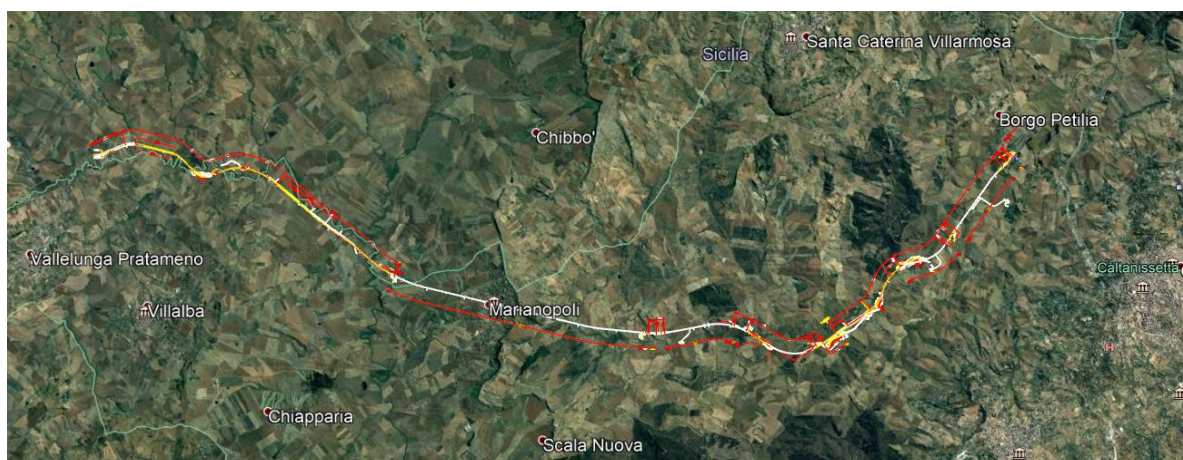


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE      LATITUDINE

14.074269      37.53436

---

Ricerca per comune

REGIONE      PROVINCIA      COMUNE

Sicilia      Catania      Mineo

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri


**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

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

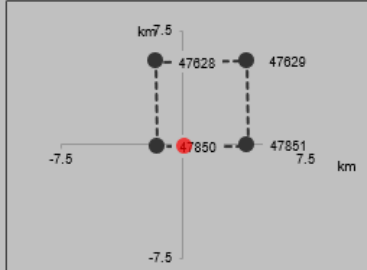
Interpolazione

superficie rigata



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

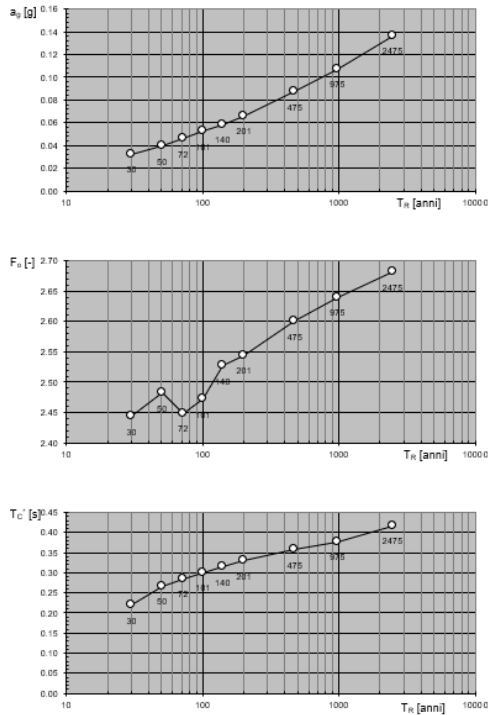
**Nodi del reticolo intorno al sito**



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

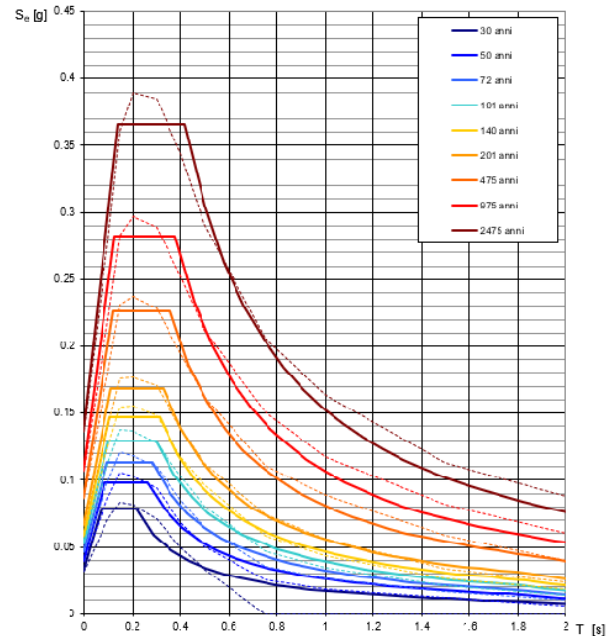
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_B = 1.500$

$C_C = 1.526$  info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$  info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%) **5**

$\eta = 1.000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_0$  **1**

Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore  $q$  **1**

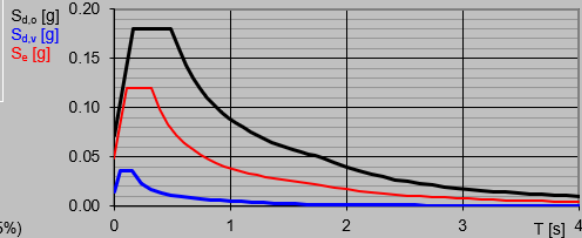
$\eta = 1.000$  info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



INTRO

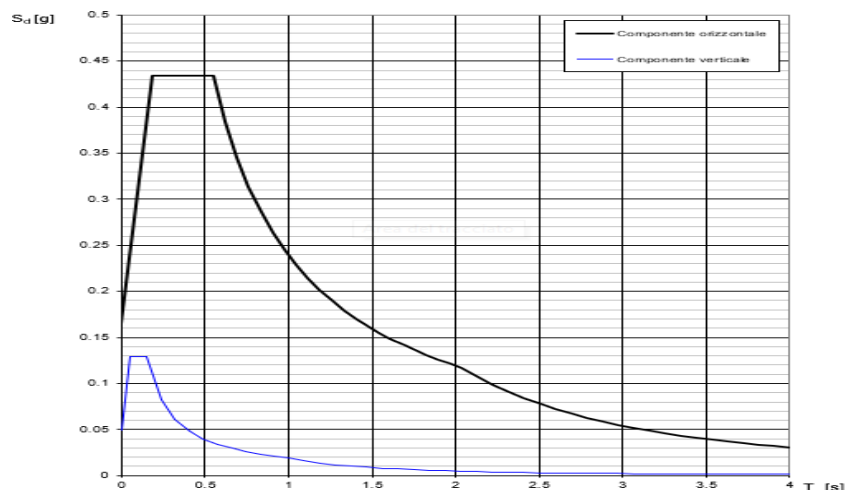
FASE 1

FASE 2

**FASE 3**

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV

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



La verifica dell'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 SLD**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,048 g
$F_0$	2,503
$T_c$	0,322 s
$S_s$	1,500
$C_c$	1,526
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,500
$\eta$	1,000
$T_B$	0,164 s
$T_C$	0,491 s
$T_D$	1,791 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,072
$T_B$	0,164	0,179
$T_c$	0,491	0,179
	0,553	0,159
	0,615	0,143
	0,677	0,130
	0,739	0,119
	0,801	0,110
	0,863	0,102
	0,925	0,095
	0,987	0,089
	1,048	0,084
	1,110	0,079
	1,172	0,075
	1,234	0,071
	1,296	0,068
	1,358	0,065
	1,420	0,062
	1,482	0,060
	1,544	0,057
	1,606	0,055
	1,667	0,053
	1,729	0,051
$T_D$	1,791	0,049
	1,896	0,044
	2,002	0,039
	2,107	0,036
	2,212	0,032
	2,317	0,029
	2,422	0,027
	2,527	0,025
	2,633	0,023
	2,738	0,021
	2,843	0,020
	2,948	0,018
	3,053	0,017
	3,159	0,016
	3,264	0,015
	3,369	0,014
	3,474	0,013
	3,579	0,012
	3,684	0,012
	3,790	0,011
	3,895	0,010
	4,000	0,010

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

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>


#### 5.7.4 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>				
massa treno per direzione long			Com Nmax	6713 kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1343 kN
				0
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	12114 kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	13457 kN
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	2691 kN
massa pulvino			Mpul	1190 kN
massa pila			Mpila	4859 kN
massa efficace pila			Mpe	2810 kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	16267 kN
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -118.4 KN</b>

<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long			Com Mmax	5197 kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1039 kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	10883 kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	11922 kN
massa pulvino			Mpul	1190 kN
massa pila			Mpila	4859 kN
massa efficace pila			Mpe	2810 kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv			Mtot tras	14732 kN
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -425.3 KN</b>

<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long			Com Mmax	5197 kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1039 kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	10883 kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	11922 kN
massa pulvino			Mpul	1190 kN
massa pila			Mpila	4859 kN
massa efficace pila			Mpe	2810 kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	14732 kN
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -425.3 KN</b>



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

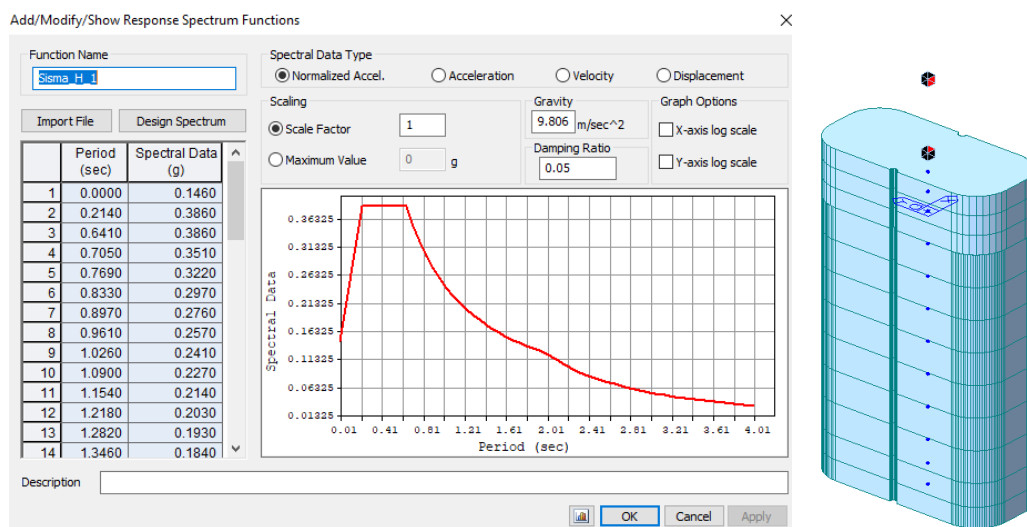
### 5.7.5 Analisi statica equivalente

area della sezione		A	10.23	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	44.49	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	14.56	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	21.00	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 equoivalente sdof		H <sub>e</sub>	21.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trav		K <sub>tra</sub>	1.6E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	8.1E+07	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	1.4E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.64	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.85	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.07	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.26	0.26	0.39	0.14	g
accelerazione componente longitudinale	0.20	0.20	0.30	0.11	g
accelerazione componente verticale	0.11	0.11	0.11	0.04	g
Sforzo assiale	1595	1595	1595	520	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3793	4173	5690	2112	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	3221	3543	4831	1791	kN
Momento flessionale trasversale	94525	103977	141787	52630	kN m
Momento flessionale longitudinale	69345	76253	103885	38580	kN m

### 5.7.6 Analisi dinamica modale

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



I risultati ottenuti sono i seguenti:

Load	N (kN)	Vtras (kN)	Vlong (kN)	Mtras (kN*m)	Mlong (kN*m)
SISMA q=1.5	1680.54	3765.33	2844.08	87745.66	57592.9
SISMA q=1	1680.54	5652.99	4248.4	131786.68	86063.07
SISMA sld	544.63	2029.57	1517.46	47172.39	30619.86

Si procede con tali sollecitazioni.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

## 6. SOLLECITAZIONI

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

### 6.1 Combinazioni di carico

#### 6.1.1 Configurazione 1

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA</b>						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	22995.8	1080.98	1180.63	3186.2	5977.3	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	16084	0	931.804	2162.09	5111.8	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	22995.8	2161.95	781.607	3672.64	3451.49	
A1_SLU_gr4_centrif_4	21488.8	1729.56	966.765	3353.13	4791.86	
A1_SLU_gr1+vento_5	22995.8	1112.71	2381.61	3186.2	11566.3	
A1_SLU_gr2+vento_6	16084	31.7369	2132.79	2162.09	10700.8	
A1_SLU_gr3+vento_7	22995.8	2193.69	1982.59	3672.64	9040.49	
A1_SLU_gr4+vento_8	21488.8	1761.3	2167.75	3353.13	10380.8	
A1_SLU_vento_gr1_9	21488.8	917.675	2902.74	2963.98	14077.3	
A1_SLU_vento_gr2_10	15959.3	52.8949	2743.49	2144.69	13402.8	
A1_SLU_vento_gr3_11	21488.8	1782.45	2583.52	3353.13	12056.7	
A1_SLU_vento_gr4_12	21488.8	1782.45	2968.4	3353.13	14106.8	
SLE_rar_gr1_Treno_14	16079.9	745.5	749.306	2243.65	4093.06	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	11313.1	0	634.904	1537.37	3521.9	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	16079.9	1491	474.119	2579.12	2351.13	
SLE_rar_gr4_centrif_17	15040.5	1192.8	614.287	2358.77	3281.13	
SLE_rar_gr1+vento_18	16079.9	766.658	1549.96	2243.65	7819.05	
SLE_rar_gr2+vento_19	11313.1	21.1579	1435.56	1537.37	7247.9	
SLE_rar_gr3+vento_20	16079.9	1512.16	1274.77	2579.12	6077.12	
SLE_rar_gr4+vento_21	15040.5	1213.96	1414.94	2358.77	7007.12	
SLE_rar_vento_gr1_22	15040.5	631.663	1913.91	2090.39	9475.46	
SLE_rar_vento_gr2_23	11227.1	35.2632	1840.7	1525.37	9026.77	
SLE_rar_vento_gr3_24	15040.5	1228.06	1693.76	2358.77	8081.91	
SLE_rar_vento_gr4_25	15040.5	1228.06	1948.71	2358.77	9491.12	

SLE_fre_gr1_Treno_27	15040.5	596.4	556.291	2090.39	3255.03
SLE_fre_gr2_Scarico_28	11227.1	0	495.277	1525.37	2811.83
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	15040.5	1192.8	336.142	2358.77	1861.48
SLE_fre_gr4_centrif_30	15040.5	1192.8	585.289	2358.77	3268.08
SLE_fre_gr1+vento_31	15040.5	603.453	823.176	2090.39	4497.03
SLE_fre_gr2+vento_32	11227.1	7.05265	762.162	1525.37	4053.83
SLE_fre_gr3+vento_33	15040.5	1199.85	603.026	2358.77	3103.48
SLE_fre_gr4+vento_34	15040.5	1199.85	852.174	2358.77	4510.08
SLE_fre_vento_gr1_35	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83
SLE_fre_vento_gr2_36	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83
SLE_fre_vento_gr3_37	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83
SLE_fre_vento_gr4_38	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83
SLE_fre_gr1_temp39	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_fre_gr2_temp40	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_fre_gr3_temp41	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_fre_gr3_temp42	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_qp_gr1_Treno_44	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_45	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_47	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr2+vento_49	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr3+vento_50	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr4+vento_51	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr1_52	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr2_53	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr3_54	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr4_55	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr1_temp56	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp57	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp58	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp59	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_60	11387.3	2851.13	1458.33	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	11387.3	860.277	4094.06	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	12563.7	860.277	1458.33	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	11387.3	3135.54	1571.29	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	11387.3	945.599	4470.59	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	12563.7	945.599	1571.29	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	11387.3	4255.45	2024.62	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	11387.3	1281.57	5981.72	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	12563.7	1281.57	2024.62	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	11046.5	1524.51	937.598	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	11046.5	462.291	2358.3	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	11427.8	462.291	937.598	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	29924.3	1080.98	1180.63	25886.7	30770.5
A1_SLU_gr2_Scarico_2	23012.5	0	931.804	2162.09	24679.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	29924.3	2161.95	781.607	49073.6	19865.2
A1_SLU_gr4_centrif_4	28417.3	1729.56	966.765	39673.9	25093.9
A1_SLU_gr1+vento_5	29924.3	1112.71	2381.61	26553.1	61580.1
A1_SLU_gr2+vento_6	23012.5	31.7369	2132.79	2828.57	55489.3
A1_SLU_gr3+vento_7	29924.3	2193.69	1982.59	49740.1	50674.9
A1_SLU_gr4+vento_8	28417.3	1761.3	2167.75	40340.4	55903.6
A1_SLU_vento_gr1_9	28417.3	917.675	2902.74	22235.1	75034.8
A1_SLU_vento_gr2_10	22887.8	52.8949	2743.49	3255.49	71016.1
A1_SLU_vento_gr3_11	28417.3	1782.45	2583.52	40784.7	66310.6
A1_SLU_vento_gr4_12	28417.3	1782.45	2968.4	40784.7	76443.3
SLE_rar_gr1_Treno_14	21212.1	745.5	749.306	17899.1	19828.5
SLE_rar_gr2_Scarico_15	16445.4	0	634.904	1537.37	16854.9
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	21212.1	1491	474.119	33890.1	12307.6
SLE_rar_gr4_centrif_17	20172.7	1192.8	614.287	27407.6	16181.2
SLE_rar_gr1+vento_18	21212.1	766.658	1549.96	18343.5	40368.2
SLE_rar_gr2+vento_19	16445.4	21.1579	1435.56	1981.68	37394.6
SLE_rar_gr3+vento_20	21212.1	1512.16	1274.77	34334.4	32847.4
SLE_rar_gr4+vento_21	20172.7	1213.96	1414.94	27851.9	36720.9
SLE_rar_vento_gr1_22	20172.7	631.663	1913.91	15355.3	49667.7
SLE_rar_vento_gr2_23	16359.4	35.2632	1840.7	2265.9	47681.4
SLE_rar_vento_gr3_24	20172.7	1228.06	1693.76	28148.1	43651
SLE_rar_vento_gr4_25	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1
SLE_fre_gr1_Treno_27	20172.7	596.4	556.291	14614.8	14937.1
SLE_fre_gr2_Scarico_28	16359.4	0	495.277	1525.37	13212.6
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	20172.7	1192.8	336.142	27407.6	8920.45
SLE_fre_gr4_centrif_30	20172.7	1192.8	585.289	27407.6	15559.1
SLE_fre_gr1+vento_31	20172.7	603.453	823.176	14762.9	21783.7
SLE_fre_gr2+vento_32	16359.4	7.05265	762.162	1673.47	20059.2
SLE_fre_gr3+vento_33	20172.7	1199.85	603.026	27555.7	15767
SLE_fre_gr4+vento_34	20172.7	1199.85	852.174	27555.7	22405.7
SLE_fre_vento_gr1_35	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443

SLE_fre_vento_gr2_36	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443
SLE_fre_vento_gr3_37	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443
SLE_fre_vento_gr4_38	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443
SLE_fre_gr1_temp39	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_fre_gr2_temp40	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_fre_gr3_temp41	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_fre_gr3_temp42	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_qp_gr1_Treno_44	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr2_Scarico_45	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr4_centrif_47	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr1+vento_48	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr2+vento_49	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr3+vento_50	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr4+vento_51	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr1_52	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr2_53	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr3_54	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr4_55	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr1_temp56	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr2_temp57	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr3_temp58	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr3_temp59	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
E_103x_SLV_q=1.5_60	16519.5	2851.13	1458.33	59070.3	27593.5
E_103y_SLV_q=1.5_61	16519.5	860.277	4094.06	18755.2	89015.5
E_103z_SLV_q=1.5_62	17695.9	860.277	1458.33	18755.2	27593.5
E_103x_SLV_q=1.36_63	16519.5	3135.54	1571.29	64829.6	30225.9
E_103y_SLV_q=1.36_64	16519.5	945.599	4470.59	20483	97790.1
E_103z_SLV_q=1.36_65	17695.9	945.599	1571.29	20483	30225.9
E_103x_SLV_q=1_66	16519.5	4255.45	2024.62	87540.4	40805.8
E_103y_SLV_q=1_67	16519.5	1281.57	5981.72	27296.3	133057
E_103z_SLV_q=1_68	17695.9	1281.57	2024.62	27296.3	40805.8
E_103x_SLD_q=1_69	16178.7	1524.51	937.598	32097.2	15421.5
E_103y_SLD_q=1_70	16178.7	462.291	2358.3	10663.3	48442.2
E_103z_SLD_q=1_71	16560	462.291	937.598	10663.3	15421.5

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	56674.2	1080.98	1180.63	29129.6	34312.4
A1_SLU_gr2_Scarico_2	49762.4	0	931.804	2162.09	27475.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	56674.2	2161.95	781.607	55559.4	22210.1
A1_SLU_gr4_centrif_4	55167.1	1729.56	966.765	44862.6	27994.2
A1_SLU_gr1+vento_5	56674.2	1112.71	2381.61	29891.3	68724.9
A1_SLU_gr2+vento_6	49762.4	31.7369	2132.79	2923.78	61887.7
A1_SLU_gr3+vento_7	56674.2	2193.69	1982.59	56321.1	56622.6
A1_SLU_gr4+vento_8	55167.1	1761.3	2167.75	45624.3	62406.8
A1_SLU_vento_gr1_9	55167.1	917.675	2902.74	24988.2	83743
A1_SLU_vento_gr2_10	49637.7	52.8949	2743.49	3414.17	79246.5
A1_SLU_vento_gr3_11	55167.1	1782.45	2583.52	46132	74061.1
A1_SLU_vento_gr4_12	55167.1	1782.45	2968.4	46132	85348.5
SLE_rar_gr1_Treno_14	41026.8	745.5	749.306	20135.6	22076.4
SLE_rar_gr2_Scarico_15	36260.1	0	634.904	1537.37	18759.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	41026.8	1491	474.119	38363.1	13730
SLE_rar_gr4_centrif_17	39987.4	1192.8	614.287	30986	18024
SLE_rar_gr1+vento_18	41026.8	766.658	1549.96	20643.4	45018.1
SLE_rar_gr2+vento_19	36260.1	21.1579	1435.56	2045.16	41701.3
SLE_rar_gr3+vento_20	41026.8	1512.16	1274.77	38870.9	36671.7
SLE_rar_gr4+vento_21	39987.4	1213.96	1414.94	31493.8	40965.7
SLE_rar_vento_gr1_22	39987.4	631.663	1913.91	17250.3	55409.4
SLE_rar_vento_gr2_23	36174.1	35.2632	1840.7	2371.69	53203.5
SLE_rar_vento_gr3_24	39987.4	1228.06	1693.76	31832.3	48732.3
SLE_rar_vento_gr4_25	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2
SLE_fre_gr1_Treno_27	39987.4	596.4	556.291	16404	16606
SLE_fre_gr2_Scarico_28	36174.1	0	495.277	1525.37	14698.5
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	39987.4	1192.8	336.142	30986	9928.88
SLE_fre_gr4_centrif_30	39987.4	1192.8	585.289	30986	17315
SLE_fre_gr1+vento_31	39987.4	603.453	823.176	16573.3	24253.3
SLE_fre_gr2+vento_32	36174.1	7.05265	762.162	1694.63	22345.7
SLE_fre_gr3+vento_33	39987.4	1199.85	603.026	31155.2	17576.1
SLE_fre_gr4+vento_34	39987.4	1199.85	852.174	31155.2	24962.3
SLE_fre_vento_gr1_35	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1
SLE_fre_vento_gr2_36	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1

SLE_fre_vento_gr3_37	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1
SLE_fre_vento_gr4_38	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1
SLE_fre_gr1_temp39	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_fre_gr2_temp40	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_fre_gr3_temp41	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_fre_gr3_temp42	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_qp_gr1_Treno_44	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr2_Scarico_45	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr4_centrif_47	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr1+vento_48	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr2+vento_49	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr3+vento_50	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr4+vento_51	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr1_52	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr2_53	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr3_54	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr4_55	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr1_temp56	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr2_temp57	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr3_temp58	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr3_temp59	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
E_103x_SLV_q=1.5_60	36576.7	5011.81	2106.53	74105.7	33913.1
E_103y_SLV_q=1.5_61	36576.7	3020.96	4742.26	27818.1	103242
E_103z_SLV_q=1.5_62	38318.7	3020.96	2106.53	27818.1	33913.1
E_103x_SLV_q=1.36_63	36576.7	5296.22	2219.49	80718.2	36884.4
E_103y_SLV_q=1.36_64	36576.7	3106.28	5118.79	29801.9	113146
E_103z_SLV_q=1.36_65	38318.7	3106.28	2219.49	29801.9	36884.4
E_103x_SLV_q=1_66	36576.7	6416.13	2672.83	106789	48824.3
E_103y_SLV_q=1_67	36576.7	3442.25	6629.92	37623	152946
E_103z_SLV_q=1_68	38318.7	3442.25	2672.83	37623	48824.3
E_103x_SLD_q=1_69	36077.3	2589.45	1257.08	39865.6	19192.8
E_103y_SLD_q=1_70	36077.3	1527.22	2677.78	15245	56475.5
E_103z_SLD_q=1_71	36654.3	1527.22	1257.08	15245	19192.8



6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	20327.4	1080.98	1084.56	8401.74	5667.22
A1_SLU_gr2_Scarico_73	16084	0	931.804	2162.09	5111.8
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	20327.4	2161.95	685.543	8888.18	3141.42
A1_SLU_gr4_centrif_75	19354	1729.56	889.915	7525.57	4543.8
A1_SLU_gr1+vento_76	20327.4	1112.71	2285.55	8401.74	11256.2
A1_SLU_gr2+vento_77	16084	31.7369	2132.79	2162.09	10700.8
A1_SLU_gr3+vento_78	20327.4	2193.69	1886.53	8888.18	8730.41
A1_SLU_gr4+vento_79	19354	1761.3	2090.9	7525.57	10132.8
A1_SLU_vento_gr1_80	19354	917.675	2841.26	7136.41	13836.2
A1_SLU_vento_gr2_81	15959.3	52.8949	2743.49	2144.69	13402.8
A1_SLU_vento_gr3_82	19354	1782.45	2522.04	7525.57	11815.5
A1_SLU_vento_gr4_83	19354	1782.45	2891.55	7525.57	13858.8
SLE_rar_gr1_Treno_85	14239.6	745.5	705.139	5840.58	3889.15
SLE_rar_gr2_Scarico_86	11313.1	0	634.904	1537.37	3521.9
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	14239.6	1491	429.952	6176.05	2147.22
SLE_rar_gr4_centrif_88	13568.3	1192.8	578.953	5236.31	3118
SLE_rar_gr1+vento_89	14239.6	766.658	1505.79	5840.58	7615.15
SLE_rar_gr2+vento_90	11313.1	21.1579	1435.56	1537.37	7247.9
SLE_rar_gr3+vento_91	14239.6	1512.16	1230.61	6176.05	5873.22
SLE_rar_gr4+vento_92	13568.3	1213.96	1379.61	5236.31	6844
SLE_rar_vento_gr1_93	13568.3	631.663	1885.65	4967.93	9315.52
SLE_rar_vento_gr2_94	11227.1	35.2632	1840.7	1525.37	9026.77
SLE_rar_vento_gr3_95	13568.3	1228.06	1665.5	5236.31	7921.97
SLE_rar_vento_gr4_96	13568.3	1228.06	1913.38	5236.31	9327.99
SLE_fre_gr1_Treno_98	13568.3	596.4	532.735	4967.93	3097.2
SLE_fre_gr2_Scarico_99	11227.1	0	495.277	1525.37	2811.83
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	13568.3	1192.8	312.586	5236.31	1703.66
SLE_fre_gr4_centrif_101	13568.3	1192.8	555.844	5236.31	3107.6
SLE_fre_gr1+vento_102	13568.3	603.453	799.62	4967.93	4339.2
SLE_fre_gr2+vento_103	11227.1	7.05265	762.162	1525.37	4053.83
SLE_fre_gr3+vento_104	13568.3	1199.85	579.471	5236.31	2945.66
SLE_fre_gr4+vento_105	13568.3	1199.85	822.729	5236.31	4349.6

SLE_fre_vento_gr1_106	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83
SLE_fre_vento_gr2_107	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83
SLE_fre_vento_gr3_108	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83
SLE_fre_vento_gr4_109	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83
SLE_fre_gr1_temp110	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_fre_gr2_temp111	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_fre_gr3_temp112	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_fre_gr3_temp113	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_qp_gr1_Treno_115	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_116	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_118	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_119	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr2+vento_120	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr3+vento_121	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr4+vento_122	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr1_123	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr2_124	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr3_125	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr4_126	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr1_temp127	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp128	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp129	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp130	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_131	11387.3	2851.13	1458.33	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	11387.3	860.277	4094.06	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	12563.7	860.277	1458.33	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	11387.3	3135.54	1571.29	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	11387.3	945.599	4470.59	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	12563.7	945.599	1571.29	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	11387.3	4255.45	2024.62	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	11387.3	1281.57	5981.72	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	12563.7	1281.57	2024.62	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	11055.4	1704.39	964.174	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	11055.4	516.253	2446.88	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	11457.5	516.253	964.174	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	27255.9	1080.98	1084.56	31102.2	28443.1
A1_SLU_gr2_Scarico_73	23012.5	0	931.804	2162.09	24679.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	27255.9	2161.95	685.543	54289.1	17537.8
A1_SLU_gr4_centrif_75	26282.5	1729.56	889.915	43846.3	23232
A1_SLU_gr1+vento_76	27255.9	1112.71	2285.55	31768.7	59252.7
A1_SLU_gr2+vento_77	23012.5	31.7369	2132.79	2828.57	55489.3
A1_SLU_gr3+vento_78	27255.9	2193.69	1886.53	54955.6	48347.5
A1_SLU_gr4+vento_79	26282.5	1761.3	2090.9	44512.8	54041.6
A1_SLU_vento_gr1_80	26282.5	917.675	2841.26	26407.6	73502.5
A1_SLU_vento_gr2_81	22887.8	52.8949	2743.49	3255.49	71016.1
A1_SLU_vento_gr3_82	26282.5	1782.45	2522.04	44957.1	64778.3
A1_SLU_vento_gr4_83	26282.5	1782.45	2891.55	44957.1	74581.4
SLE_rar_gr1_Treno_85	19371.8	745.5	705.139	21496.1	18697.1
SLE_rar_gr2_Scarico_86	16445.4	0	634.904	1537.37	16854.9
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	19371.8	1491	429.952	37487.1	11176.2
SLE_rar_gr4_centrif_88	18700.5	1192.8	578.953	30285.1	15276
SLE_rar_gr1+vento_89	19371.8	766.658	1505.79	21940.4	39236.8
SLE_rar_gr2+vento_90	16445.4	21.1579	1435.56	1981.68	37394.6
SLE_rar_gr3+vento_91	19371.8	1512.16	1230.61	37931.4	31716
SLE_rar_gr4+vento_92	18700.5	1213.96	1379.61	30729.4	35815.8
SLE_rar_vento_gr1_93	18700.5	631.663	1885.65	18232.9	48914.1
SLE_rar_vento_gr2_94	16359.4	35.2632	1840.7	2265.9	47681.4
SLE_rar_vento_gr3_95	18700.5	1228.06	1665.5	31025.6	42897.4
SLE_rar_vento_gr4_96	18700.5	1228.06	1913.38	31025.6	49508.9
SLE_fre_gr1_Treno_98	18700.5	596.4	532.735	17492.3	14284.6
SLE_fre_gr2_Scarico_99	16359.4	0	495.277	1525.37	13212.6
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	18700.5	1192.8	312.586	30285.1	8267.96
SLE_fre_gr4_centrif_101	18700.5	1192.8	555.844	30285.1	14780.3
SLE_fre_gr1+vento_102	18700.5	603.453	799.62	17640.4	21131.2
SLE_fre_gr2+vento_103	16359.4	7.05265	762.162	1673.47	20059.2
SLE_fre_gr3+vento_104	18700.5	1199.85	579.471	30433.2	15114.5
SLE_fre_gr4+vento_105	18700.5	1199.85	822.729	30433.2	21626.9
SLE_fre_vento_gr1_106	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443

SLE_fre_vento_gr2_107	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443
SLE_fre_vento_gr3_108	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443
SLE_fre_vento_gr4_109	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443
SLE_fre_gr1_temp110	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_fre_gr2_temp111	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_fre_gr3_temp112	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_fre_gr3_temp113	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_qp_gr1_Treno_115	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr2_Scarico_116	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr4_centrif_118	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr1+vento_119	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr2+vento_120	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr3+vento_121	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr4+vento_122	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr1_123	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr2_124	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr3_125	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr4_126	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr1_temp127	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr2_temp128	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr3_temp129	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr3_temp130	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
E_103x_SLV_q=1.5_131	16519.5	2851.13	1458.33	59070.3	27593.5
E_103y_SLV_q=1.5_132	16519.5	860.277	4094.06	18755.2	89015.5
E_103z_SLV_q=1.5_133	17695.9	860.277	1458.33	18755.2	27593.5
E_103x_SLV_q=1.36_134	16519.5	3135.54	1571.29	64829.6	30225.9
E_103y_SLV_q=1.36_135	16519.5	945.599	4470.59	20483	97790.1
E_103z_SLV_q=1.36_136	17695.9	945.599	1571.29	20483	30225.9
E_103x_SLV_q=1_137	16519.5	4255.45	2024.62	87540.4	40805.8
E_103y_SLV_q=1_138	16519.5	1281.57	5981.72	27296.3	133057
E_103z_SLV_q=1_139	17695.9	1281.57	2024.62	27296.3	40805.8
E_103x_SLD_q=1_140	16187.7	1704.39	964.174	38041.3	17104.4
E_103y_SLD_q=1_141	16187.7	516.253	2446.88	12446.6	54051.8
E_103z_SLD_q=1_142	16589.7	516.253	964.174	12446.6	17104.4

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	54005.7	1080.98	1084.56	34345.1	31696.8
A1_SLU_gr2_Scarico_73	49762.4	0	931.804	2162.09	27475.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	54005.7	2161.95	685.543	60775	19594.5
A1_SLU_gr4_centrif_75	53032.4	1729.56	889.915	49035	25901.7
A1_SLU_gr1+vento_76	54005.7	1112.71	2285.55	35106.8	66109.3
A1_SLU_gr2+vento_77	49762.4	31.7369	2132.79	2923.78	61887.7
A1_SLU_gr3+vento_78	54005.7	2193.69	1886.53	61536.7	54007
A1_SLU_gr4+vento_79	53032.4	1761.3	2090.9	49796.7	60314.3
A1_SLU_vento_gr1_80	53032.4	917.675	2841.26	29160.6	82026.3
A1_SLU_vento_gr2_81	49637.7	52.8949	2743.49	3414.17	79246.5
A1_SLU_vento_gr3_82	53032.4	1782.45	2522.04	50304.5	72344.4
A1_SLU_vento_gr4_83	53032.4	1782.45	2891.55	50304.5	83256
SLE_rar_gr1_Treno_85	39186.5	745.5	705.139	23732.6	20812.5
SLE_rar_gr2_Scarico_86	36260.1	0	634.904	1537.37	18759.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	39186.5	1491	429.952	41960.1	12466.1
SLE_rar_gr4_centrif_88	38515.2	1192.8	578.953	33863.5	17012.9
SLE_rar_gr1+vento_89	39186.5	766.658	1505.79	24240.4	43754.2
SLE_rar_gr2+vento_90	36260.1	21.1579	1435.56	2045.16	41701.3
SLE_rar_gr3+vento_91	39186.5	1512.16	1230.61	42467.8	35407.8
SLE_rar_gr4+vento_92	38515.2	1213.96	1379.61	34371.3	39954.6
SLE_rar_vento_gr1_93	38515.2	631.663	1885.65	20127.9	54571
SLE_rar_vento_gr2_94	36174.1	35.2632	1840.7	2371.69	53203.5
SLE_rar_vento_gr3_95	38515.2	1228.06	1665.5	34709.8	47893.9
SLE_rar_vento_gr4_96	38515.2	1228.06	1913.38	34709.8	55249.1
SLE_fre_gr1_Treno_98	38515.2	596.4	532.735	19281.5	15882.8
SLE_fre_gr2_Scarico_99	36174.1	0	495.277	1525.37	14698.5
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	38515.2	1192.8	312.586	33863.5	9205.72
SLE_fre_gr4_centrif_101	38515.2	1192.8	555.844	33863.5	16447.9
SLE_fre_gr1+vento_102	38515.2	603.453	799.62	19450.8	23530.1
SLE_fre_gr2+vento_103	36174.1	7.05265	762.162	1694.63	22345.7
SLE_fre_gr3+vento_104	38515.2	1199.85	579.471	34032.8	16853
SLE_fre_gr4+vento_105	38515.2	1199.85	822.729	34032.8	24095.1
SLE_fre_vento_gr1_106	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1

SLE_fre_vento_gr2_107	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1
SLE_fre_vento_gr3_108	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1
SLE_fre_vento_gr4_109	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1
SLE_fre_gr1_temp110	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_fre_gr2_temp111	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_fre_gr3_temp112	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_fre_gr3_temp113	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_qp_gr1_Treno_115	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr2_Scarico_116	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr4_centrif_118	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr1+vento_119	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr2+vento_120	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr3+vento_121	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr4+vento_122	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr1_123	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr2_124	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr3_125	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr4_126	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr1_temp127	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr2_temp128	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr3_temp129	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr3_temp130	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
E_103x_SLV_q=1.5_131	36576.7	5011.81	2106.53	74105.7	33913.1
E_103y_SLV_q=1.5_132	36576.7	3020.96	4742.26	27818.1	103242
E_103z_SLV_q=1.5_133	38318.7	3020.96	2106.53	27818.1	33913.1
E_103x_SLV_q=1.36_134	36576.7	5296.22	2219.49	80718.2	36884.4
E_103y_SLV_q=1.36_135	36576.7	3106.28	5118.79	29801.9	113146
E_103z_SLV_q=1.36_136	38318.7	3106.28	2219.49	29801.9	36884.4
E_103x_SLV_q=1_137	36576.7	6416.13	2672.83	106789	48824.3
E_103y_SLV_q=1_138	36576.7	3442.25	6629.92	37623	152946
E_103z_SLV_q=1_139	38318.7	3442.25	2672.83	37623	48824.3
E_103x_SLD_q=1_140	36086.2	2769.32	1283.65	46349.3	20955.4
E_103y_SLD_q=1_141	36086.2	1581.19	2766.36	17190.1	62350.9
E_103z_SLD_q=1_142	36684	1581.19	1283.65	17190.1	20955.4

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	22995.8	1080.98	1180.63	3186.2	5977.3
A1_SLU_gr2_Scarico_144	16084	0	931.804	2162.09	5111.8
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	22995.8	2161.95	781.607	3672.64	3451.49
A1_SLU_gr4_centrif_146	21488.8	1729.56	966.765	3353.13	4791.86
A1_SLU_gr1+vento_147	22995.8	1112.71	2381.61	3186.2	11566.3
A1_SLU_gr2+vento_148	16084	31.7369	2132.79	2162.09	10700.8
A1_SLU_gr3+vento_149	22995.8	2193.69	1982.59	3672.64	9040.49
A1_SLU_gr4+vento_150	21488.8	1761.3	2167.75	3353.13	10380.8
A1_SLU_vento_gr1_151	21488.8	917.675	2902.74	2963.98	14077.3
A1_SLU_vento_gr2_152	15959.3	52.8949	2743.49	2144.69	13402.8
A1_SLU_vento_gr3_153	21488.8	1782.45	2583.52	3353.13	12056.7
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1782.45	2968.4	3353.13	14106.8
SLE_rar_gr1_Treno_156	16079.9	745.5	749.306	2243.65	4093.06
SLE_rar_gr2_Scarico_157	11313.1	0	634.904	1537.37	3521.9
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	16079.9	1491	474.119	2579.12	2351.13
SLE_rar_gr4_centrif_159	15040.5	1192.8	614.287	2358.77	3281.13
SLE_rar_gr1+vento_160	16079.9	766.658	1549.96	2243.65	7819.05
SLE_rar_gr2+vento_161	11313.1	21.1579	1435.56	1537.37	7247.9
SLE_rar_gr3+vento_162	16079.9	1512.16	1274.77	2579.12	6077.12
SLE_rar_gr4+vento_163	15040.5	1213.96	1414.94	2358.77	7007.12
SLE_rar_vento_gr1_164	15040.5	631.663	1913.91	2090.39	9475.46
SLE_rar_vento_gr2_165	11227.1	35.2632	1840.7	1525.37	9026.77
SLE_rar_vento_gr3_166	15040.5	1228.06	1693.76	2358.77	8081.91
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1228.06	1948.71	2358.77	9491.12
SLE_fre_gr1_Treno_169	15040.5	596.4	556.291	2090.39	3255.03
SLE_fre_gr2_Scarico_170	11227.1	0	495.277	1525.37	2811.83
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	15040.5	1192.8	336.142	2358.77	1861.48
SLE_fre_gr4_centrif_172	15040.5	1192.8	585.289	2358.77	3268.08
SLE_fre_gr1+vento_173	15040.5	603.453	823.176	2090.39	4497.03
SLE_fre_gr2+vento_174	11227.1	7.05265	762.162	1525.37	4053.83
SLE_fre_gr3+vento_175	15040.5	1199.85	603.026	2358.77	3103.48
SLE_fre_gr4+vento_176	15040.5	1199.85	852.174	2358.77	4510.08
SLE_fre_vento_gr1_177	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83

SLE_fre_vento_gr2_178	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83
SLE_fre_vento_gr3_179	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83
SLE_fre_vento_gr4_180	10883.1	17.6316	729.055	1477.37	3132.83
SLE_fre_gr1_temp181	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_fre_gr2_temp182	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_fre_gr3_temp183	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_fre_gr3_temp184	10883.1	7.05265	341.096	1477.37	1275.39
SLE_qp_gr1_Treno_186	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_187	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_189	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr2+vento_191	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr3+vento_192	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr4+vento_193	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr1_194	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr2_195	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr3_196	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_vento_gr4_197	10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr1_temp198	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp199	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp200	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp201	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_202	11387.3	2851.13	1458.33	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	11387.3	860.277	4094.06	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	12563.7	860.277	1458.33	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	11387.3	3135.54	1571.29	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	11387.3	945.599	4470.59	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	12563.7	945.599	1571.29	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	11387.3	4255.45	2024.62	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	11387.3	1281.57	5981.72	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	12563.7	1281.57	2024.62	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	11055.4	1704.39	964.174	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	11055.4	516.253	2446.88	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	11457.5	516.253	964.174	0	0



**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	29924.3	1080.98	1180.63	25886.7	30770.5
A1_SLU_gr2_Scarico_144	23012.5	0	931.804	2162.09	24679.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	29924.3	2161.95	781.607	49073.6	19865.2
A1_SLU_gr4_centrif_146	28417.3	1729.56	966.765	39673.9	25093.9
A1_SLU_gr1+vento_147	29924.3	1112.71	2381.61	26553.1	61580.1
A1_SLU_gr2+vento_148	23012.5	31.7369	2132.79	2828.57	55489.3
A1_SLU_gr3+vento_149	29924.3	2193.69	1982.59	49740.1	50674.9
A1_SLU_gr4+vento_150	28417.3	1761.3	2167.75	40340.4	55903.6
A1_SLU_vento_gr1_151	28417.3	917.675	2902.74	22235.1	75034.8
A1_SLU_vento_gr2_152	22887.8	52.8949	2743.49	3255.49	71016.1
A1_SLU_vento_gr3_153	28417.3	1782.45	2583.52	40784.7	66310.6
A1_SLU_vento_gr4_154	28417.3	1782.45	2968.4	40784.7	76443.3
SLE_rar_gr1_Treno_156	21212.1	745.5	749.306	17899.1	19828.5
SLE_rar_gr2_Scarico_157	16445.4	0	634.904	1537.37	16854.9
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	21212.1	1491	474.119	33890.1	12307.6
SLE_rar_gr4_centrif_159	20172.7	1192.8	614.287	27407.6	16181.2
SLE_rar_gr1+vento_160	21212.1	766.658	1549.96	18343.5	40368.2
SLE_rar_gr2+vento_161	16445.4	21.1579	1435.56	1981.68	37394.6
SLE_rar_gr3+vento_162	21212.1	1512.16	1274.77	34334.4	32847.4
SLE_rar_gr4+vento_163	20172.7	1213.96	1414.94	27851.9	36720.9
SLE_rar_vento_gr1_164	20172.7	631.663	1913.91	15355.3	49667.7
SLE_rar_vento_gr2_165	16359.4	35.2632	1840.7	2265.9	47681.4
SLE_rar_vento_gr3_166	20172.7	1228.06	1693.76	28148.1	43651
SLE_rar_vento_gr4_167	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1
SLE_fre_gr1_Treno_169	20172.7	596.4	556.291	14614.8	14937.1
SLE_fre_gr2_Scarico_170	16359.4	0	495.277	1525.37	13212.6
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	20172.7	1192.8	336.142	27407.6	8920.45
SLE_fre_gr4_centrif_172	20172.7	1192.8	585.289	27407.6	15559.1
SLE_fre_gr1+vento_173	20172.7	603.453	823.176	14762.9	21783.7
SLE_fre_gr2+vento_174	16359.4	7.05265	762.162	1673.47	20059.2
SLE_fre_gr3+vento_175	20172.7	1199.85	603.026	27555.7	15767
SLE_fre_gr4+vento_176	20172.7	1199.85	852.174	27555.7	22405.7
SLE_fre_vento_gr1_177	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443

SLE_fre_vento_gr2_178	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443
SLE_fre_vento_gr3_179	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443
SLE_fre_vento_gr4_180	16015.4	17.6316	729.055	1847.63	18443
SLE_fre_gr1_temp181	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_fre_gr2_temp182	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_fre_gr3_temp183	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_fre_gr3_temp184	16015.4	7.05265	341.096	1625.47	8438.4
SLE_qp_gr1_Treno_186	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr2_Scarico_187	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr4_centrif_189	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr1+vento_190	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr2+vento_191	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr3+vento_192	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr4+vento_193	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr1_194	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr2_195	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr3_196	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_vento_gr4_197	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr1_temp198	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr2_temp199	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr3_temp200	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr3_temp201	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
E_103x_SLV_q=1.5_202	16519.5	2851.13	1458.33	59070.3	27593.5
E_103y_SLV_q=1.5_203	16519.5	860.277	4094.06	18755.2	89015.5
E_103z_SLV_q=1.5_204	17695.9	860.277	1458.33	18755.2	27593.5
E_103x_SLV_q=1.36_205	16519.5	3135.54	1571.29	64829.6	30225.9
E_103y_SLV_q=1.36_206	16519.5	945.599	4470.59	20483	97790.1
E_103z_SLV_q=1.36_207	17695.9	945.599	1571.29	20483	30225.9
E_103x_SLV_q=1_208	16519.5	4255.45	2024.62	87540.4	40805.8
E_103y_SLV_q=1_209	16519.5	1281.57	5981.72	27296.3	133057
E_103z_SLV_q=1_210	17695.9	1281.57	2024.62	27296.3	40805.8
E_103x_SLD_q=1_211	16187.7	1704.39	964.174	38041.3	17104.4
E_103y_SLD_q=1_212	16187.7	516.253	2446.88	12446.6	54051.8
E_103z_SLD_q=1_213	16589.7	516.253	964.174	12446.6	17104.4

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	56674.2	1080.98	1180.63	29129.6	34312.4
A1_SLU_gr2_Scarico_144	49762.4	0	931.804	2162.09	27475.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	56674.2	2161.95	781.607	55559.4	22210.1
A1_SLU_gr4_centrif_146	55167.1	1729.56	966.765	44862.6	27994.2
A1_SLU_gr1+vento_147	56674.2	1112.71	2381.61	29891.3	68724.9
A1_SLU_gr2+vento_148	49762.4	31.7369	2132.79	2923.78	61887.7
A1_SLU_gr3+vento_149	56674.2	2193.69	1982.59	56321.1	56622.6
A1_SLU_gr4+vento_150	55167.1	1761.3	2167.75	45624.3	62406.8
A1_SLU_vento_gr1_151	55167.1	917.675	2902.74	24988.2	83743
A1_SLU_vento_gr2_152	49637.7	52.8949	2743.49	3414.17	79246.5
A1_SLU_vento_gr3_153	55167.1	1782.45	2583.52	46132	74061.1
A1_SLU_vento_gr4_154	55167.1	1782.45	2968.4	46132	85348.5
SLE_rar_gr1_Treno_156	41026.8	745.5	749.306	20135.6	22076.4
SLE_rar_gr2_Scarico_157	36260.1	0	634.904	1537.37	18759.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	41026.8	1491	474.119	38363.1	13730
SLE_rar_gr4_centrif_159	39987.4	1192.8	614.287	30986	18024
SLE_rar_gr1+vento_160	41026.8	766.658	1549.96	20643.4	45018.1
SLE_rar_gr2+vento_161	36260.1	21.1579	1435.56	2045.16	41701.3
SLE_rar_gr3+vento_162	41026.8	1512.16	1274.77	38870.9	36671.7
SLE_rar_gr4+vento_163	39987.4	1213.96	1414.94	31493.8	40965.7
SLE_rar_vento_gr1_164	39987.4	631.663	1913.91	17250.3	55409.4
SLE_rar_vento_gr2_165	36174.1	35.2632	1840.7	2371.69	53203.5
SLE_rar_vento_gr3_166	39987.4	1228.06	1693.76	31832.3	48732.3
SLE_rar_vento_gr4_167	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2
SLE_fre_gr1_Treno_169	39987.4	596.4	556.291	16404	16606
SLE_fre_gr2_Scarico_170	36174.1	0	495.277	1525.37	14698.5
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	39987.4	1192.8	336.142	30986	9928.88
SLE_fre_gr4_centrif_172	39987.4	1192.8	585.289	30986	17315
SLE_fre_gr1+vento_173	39987.4	603.453	823.176	16573.3	24253.3
SLE_fre_gr2+vento_174	36174.1	7.05265	762.162	1694.63	22345.7
SLE_fre_gr3+vento_175	39987.4	1199.85	603.026	31155.2	17576.1
SLE_fre_gr4+vento_176	39987.4	1199.85	852.174	31155.2	24962.3
SLE_fre_vento_gr1_177	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1

SLE_fre_vento_gr2_178	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1
SLE_fre_vento_gr3_179	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1
SLE_fre_vento_gr4_180	35830.1	17.6316	729.055	1900.53	20630.1
SLE_fre_gr1_temp181	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_fre_gr2_temp182	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_fre_gr3_temp183	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_fre_gr3_temp184	35830.1	7.05265	341.096	1646.63	9461.69
SLE_qp_gr1_Treno_186	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr2_Scarico_187	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr4_centrif_189	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr1+vento_190	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr2+vento_191	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr3+vento_192	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr4+vento_193	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr1_194	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr2_195	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr3_196	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_vento_gr4_197	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr1_temp198	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr2_temp199	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr3_temp200	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr3_temp201	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
E_103x_SLV_q=1.5_202	36576.7	5011.81	2106.53	74105.7	33913.1
E_103y_SLV_q=1.5_203	36576.7	3020.96	4742.26	27818.1	103242
E_103z_SLV_q=1.5_204	38318.7	3020.96	2106.53	27818.1	33913.1
E_103x_SLV_q=1.36_205	36576.7	5296.22	2219.49	80718.2	36884.4
E_103y_SLV_q=1.36_206	36576.7	3106.28	5118.79	29801.9	113146
E_103z_SLV_q=1.36_207	38318.7	3106.28	2219.49	29801.9	36884.4
E_103x_SLV_q=1_208	36576.7	6416.13	2672.83	106789	48824.3
E_103y_SLV_q=1_209	36576.7	3442.25	6629.92	37623	152946
E_103z_SLV_q=1_210	38318.7	3442.25	2672.83	37623	48824.3
E_103x_SLD_q=1_211	36086.2	2769.32	1283.65	46349.3	20955.4
E_103y_SLD_q=1_212	36086.2	1581.19	2766.36	17190.1	62350.9
E_103z_SLD_q=1_213	36684	1581.19	1283.65	17190.1	20955.4

 <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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

### 6.2.1 Stati limiti di esercizio

#### Configurazione1

TESTA PILA						
combo		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
SLE_rar_gr1_Treno_14		16079.9	745.5	749.306	2243.65	4093.06
SLE_rar_gr3+vento_20		16079.9	1512.16	1274.77	2579.12	6077.12
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1228.06	1948.71	2358.77	9491.12
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		16079.9	1491	474.119	2579.12	2351.13
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1228.06	1948.71	2358.77	9491.12
SLE_rar_gr4_centrif_17		15040.5	1192.8	614.287	2358.77	3281.13
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1228.06	614.287	2358.77	9491.12
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1228.06	1948.71	2358.77	9491.12
SLE_rar_gr4_centrif_17		15040.5	1192.8	614.287	2358.77	3281.13
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1228.06	1948.71	2358.77	9491.12
SLE_qp_gr1_Treno_44		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
SLE_qp_gr1_Treno_44		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83
E_103x_SLD_q=1_69		11046.5	1524.51	937.598	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		11046.5	462.291	2358.3	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		11427.8	462.291	937.598	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	21212.1	745.5	749.306	17899.1	19828.5	
SLE_rar_gr3+vento_20	21212.1	1512.16	1274.77	34334.4	32847.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	21212.1	1512.16	1274.77	34334.4	32847.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_rar_gr4_centrif_17	20172.7	1192.8	614.287	27407.6	16181.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_qp_gr1_Treno_44	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51	
SLE_qp_gr1+vento_48	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1	
SLE_qp_gr1+vento_48	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1	
SLE_qp_gr1+vento_48	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1	
SLE_qp_gr1+vento_48	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1	
E_103x_SLD_q=1_69	16178.7	1524.51	937.598	32097.2	15421.5	
E_103y_SLD_q=1_70	16178.7	462.291	2358.3	10663.3	48442.2	
E_103z_SLD_q=1_71	16560	462.291	937.598	10663.3	15421.5	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	41026.8	745.5	749.306	20135.6	22076.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	41026.8	1512.16	1274.77	38870.9	36671.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_rar_gr3+vento_20	41026.8	1512.16	1274.77	38870.9	36671.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_rar_gr4_centrif_17	39987.4	1192.8	614.287	30986	18024	
SLE_rar_vento_gr4_25	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_qp_gr1_Treno_44	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04	
SLE_qp_gr1+vento_48	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28	
SLE_qp_gr1+vento_48	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28	
SLE_qp_gr1+vento_48	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28	
SLE_qp_gr1+vento_48	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28	
E_103x_SLD_q=1_69	36077.3	2589.45	1257.08	39865.6	19192.8	
E_103y_SLD_q=1_70	36077.3	1527.22	2677.78	15245	56475.5	
E_103z_SLD_q=1_71	36654.3	1527.22	1257.08	15245	19192.8	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		14239.6	745.5	705.139	5840.58	3889.15	
SLE_rar_gr3+vento_91		14239.6	1512.16	1230.61	6176.05	5873.22	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1228.06	1913.38	5236.31	9327.99	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		14239.6	1491	429.952	6176.05	2147.22	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1228.06	1913.38	5236.31	9327.99	
SLE_rar_gr4_centrif_88		13568.3	1192.8	578.953	5236.31	3118	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1228.06	1913.38	5236.31	9327.99	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1228.06	1913.38	5236.31	9327.99	
SLE_rar_gr4_centrif_88		13568.3	1192.8	578.953	5236.31	3118	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1228.06	1913.38	5236.31	9327.99	
SLE_qp_gr1_Treno_115		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_119		10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83	
SLE_qp_gr1+vento_119		10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83	
SLE_qp_gr1_Treno_115		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_119		10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83	
E_103x_SLD_q=1_140		11055.4	1704.39	964.174	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		11055.4	516.253	2446.88	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		11457.5	516.253	964.174	0	0	

BASE PILA						
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
SLE_rar_gr1_Treno_85		19371.8	745.5	749.306	17899.1	19828.5
SLE_rar_gr3+vento_91		19371.8	1512.16	1230.61	37931.4	31716
SLE_rar_vento_gr4_96		18700.5	1228.06	1913.38	31025.6	49508.9
SLE_rar_gr3+vento_91		19371.8	1512.16	1230.61	37931.4	31716
SLE_rar_vento_gr4_96		18700.5	1228.06	1913.38	31025.6	49508.9
SLE_rar_gr4_centrif_88		18700.5	1192.8	578.953	30285.1	15276
SLE_rar_vento_gr4_96		18700.5	1228.06	1913.38	31025.6	49508.9
SLE_rar_vento_gr4_96		18700.5	1228.06	1913.38	31025.6	49508.9
SLE_rar_vento_gr4_96		18700.5	1228.06	1913.38	31025.6	49508.9
SLE_rar_vento_gr4_96		18700.5	1228.06	1913.38	31025.6	49508.9
SLE_qp_gr1_Treno_115		16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51
SLE_qp_gr1+vento_119		16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr1+vento_119		16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr1+vento_119		16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
SLE_qp_gr1+vento_119		16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1
E_103x_SLD_q=1_140		16187.7	1704.39	964.174	38041.3	17104.4
E_103y_SLD_q=1_141		16187.7	516.253	2446.88	12446.6	54051.8
E_103z_SLD_q=1_142		16589.7	516.253	964.174	12446.6	17104.4


BASE FONDAZIONE						
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
SLE_rar_gr1_Treno_85		39186.5	745.5	749.306	20135.6	22076.4
SLE_rar_gr3+vento_91		39186.5	1512.16	1230.61	42467.8	35407.8
SLE_rar_vento_gr4_96		38515.2	1228.06	1913.38	34709.8	55249.1
SLE_rar_gr3+vento_91		39186.5	1512.16	1230.61	42467.8	35407.8
SLE_rar_vento_gr4_96		38515.2	1228.06	1913.38	34709.8	55249.1
SLE_rar_gr4_centrif_88		38515.2	1192.8	578.953	33863.5	17012.9
SLE_rar_vento_gr4_96		38515.2	1228.06	1913.38	34709.8	55249.1
SLE_rar_vento_gr4_96		38515.2	1228.06	1913.38	34709.8	55249.1
SLE_rar_vento_gr4_96		38515.2	1228.06	1913.38	34709.8	55249.1
SLE_rar_vento_gr4_96		38515.2	1228.06	1913.38	34709.8	55249.1
SLE_qp_gr1_Treno_115		35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04
SLE_qp_gr1+vento_119		35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr1+vento_119		35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr1+vento_119		35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
SLE_qp_gr1+vento_119		35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28
E_103x_SLD_q=1_140		36086.2	2769.32	1283.65	46349.3	20955.4
E_103y_SLD_q=1_141		36086.2	1581.19	2766.36	17190.1	62350.9
E_103z_SLD_q=1_142		36684	1581.19	1283.65	17190.1	20955.4



TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		16079.9	745.5	749.306	2243.65	4093.06	
SLE_rar_gr3+vento_162		16079.9	1512.16	1274.77	2579.12	6077.12	
SLE_rar_vento_gr4_167		15040.5	1228.06	1948.71	2358.77	9491.12	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		16079.9	1491	474.119	2579.12	2351.13	
SLE_rar_vento_gr4_167		15040.5	1228.06	1948.71	2358.77	9491.12	
SLE_rar_gr4_centrif_159		15040.5	1192.8	614.287	2358.77	3281.13	
SLE_rar_vento_gr4_167		15040.5	1228.06	1948.71	2358.77	9491.12	
SLE_rar_vento_gr4_167		15040.5	1228.06	1948.71	2358.77	9491.12	
SLE_rar_gr4_centrif_159		15040.5	1192.8	614.287	2358.77	3281.13	
SLE_rar_vento_gr4_167		15040.5	1228.06	1948.71	2358.77	9491.12	
SLE_qp_gr1_Treno_186		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_190		10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83	
SLE_qp_gr1+vento_190		10883.1	7.05265	328.727	1477.37	1269.83	
SLE_qp_gr1_Treno_186		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_190		10883.1	7.05265	328.727	328.727	1269.83	
E_103x_SLD_q=1_211		11055.4	1704.39	964.174	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		11055.4	516.253	2446.88	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		11457.5	516.253	964.174	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	21212.1	745.5	749.306	17899.1	19828.5	
SLE_rar_gr3+vento_162	21212.1	1512.16	1274.77	34334.4	32847.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	21212.1	1512.16	1274.77	34334.4	32847.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	20172.7	1192.8	614.287	27407.6	16181.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	20172.7	1228.06	1948.71	28148.1	50414.1	
SLE_qp_gr1_Treno_186	16015.4	0	61.8422	1477.37	1326.51	
SLE_qp_gr1+vento_190	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1	
SLE_qp_gr1+vento_190	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1	
SLE_qp_gr1+vento_190	16015.4	7.05265	328.727	1625.47	8173.1	
SLE_qp_gr1+vento_190	16015.4	7.05265	328.727	328.727	8173.1	
E_103x_SLD_q=1_211	16187.7	1704.39	964.174	38041.3	17104.4	
E_103y_SLD_q=1_212	16187.7	516.253	2446.88	12446.6	54051.8	
E_103z_SLD_q=1_213	16589.7	516.253	964.174	12446.6	17104.4	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	41026.8	745.5	749.306	20135.6	22076.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	41026.8	1512.16	1274.77	38870.9	36671.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_rar_gr3+vento_162	41026.8	1512.16	1274.77	38870.9	36671.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_rar_gr4_centrif_159	39987.4	1192.8	614.287	30986	18024	
SLE_rar_vento_gr4_167	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	39987.4	1228.06	1948.71	31832.3	56260.2	
SLE_qp_gr1_Treno_186	35830.1	0	61.8422	1477.37	1512.04	
SLE_qp_gr1+vento_190	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28	
SLE_qp_gr1+vento_190	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28	
SLE_qp_gr1+vento_190	35830.1	7.05265	328.727	1646.63	9159.28	
SLE_qp_gr1+vento_190	35830.1	7.05265	328.727	328.727	9159.28	
E_103x_SLD_q=1_211	36086.2	2769.32	1283.65	46349.3	20955.4	
E_103y_SLD_q=1_212	36086.2	1581.19	2766.36	17190.1	62350.9	
E_103z_SLD_q=1_213	36684	1581.19	1283.65	17190.1	20955.4	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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		22995.8	1080.98	1180.63	3186.2	5977.3
A1_SLU_gr3+vento_7		22995.8	2193.69	1982.59	3672.64	9040.49
A1_SLU_vento_gr4_12		21488.8	1782.45	2968.4	3353.13	14106.8
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		22995.8	2161.95	781.607	3672.64	3451.49
A1_SLU_vento_gr4_12		21488.8	1782.45	2968.4	3353.13	14106.8
E_103x_SLV_q=1.5_60		11387.3	2851.13	1458.33	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		11387.3	860.277	4094.06	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		12563.7	860.277	1458.33	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		11387.3	4255.45	2024.62	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		11387.3	1281.57	5981.72	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		12563.7	1281.57	2024.62	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		29924.3	1080.98	1180.63	25886.7	30770.5
A1_SLU_gr3+vento_7		29924.3	2193.69	1982.59	49740.1	50674.9
A1_SLU_vento_gr4_12		28417.3	1782.45	2968.4	40784.7	76443.3
A1_SLU_gr3+vento_7		29924.3	2193.69	1982.59	49740.1	50674.9
A1_SLU_vento_gr4_12		28417.3	1782.45	2968.4	40784.7	76443.3
E_103x_SLV_q=1.5_60		16519.5	2851.13	1458.33	59070.3	27593.5
E_103y_SLV_q=1.5_61		16519.5	860.277	4094.06	18755.2	89015.5
E_103z_SLV_q=1.5_62		17695.9	860.277	1458.33	18755.2	27593.5
E_103x_SLV_q=1_66		16519.5	4255.45	2024.62	87540.4	40805.8
E_103y_SLV_q=1_67		16519.5	1281.57	5981.72	27296.3	133057
E_103z_SLV_q=1_68		17695.9	1281.57	2024.62	27296.3	40805.8
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		56674.2	1080.98	1180.63	29129.6	34312.4
A1_SLU_gr3+vento_7		56674.2	2193.69	1982.59	56321.1	56622.6
A1_SLU_vento_gr4_12		55167.1	1782.45	2968.4	46132	85348.5
A1_SLU_gr3+vento_7		56674.2	2193.69	1982.59	56321.1	56622.6
A1_SLU_vento_gr4_12		55167.1	1782.45	2968.4	46132	85348.5
E_103x_SLV_q=1.36_63		36576.7	5296.22	2219.49	80718.2	36884.4
E_103y_SLV_q=1.36_64		36576.7	3106.28	5118.79	29801.9	113146
E_103z_SLV_q=1.36_65		38318.7	3106.28	2219.49	29801.9	36884.4
E_103x_SLV_q=1_66		36576.7	6416.13	2672.83	106789	48824.3
E_103y_SLV_q=1_67		36576.7	3442.25	6629.92	37623	152946
E_103z_SLV_q=1_68		38318.7	3442.25	2672.83	37623	48824.3

### Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	20327.4	1080.98	1084.56	8401.74	5667.22	
A1_SLU_gr3+vento_78	20327.4	2193.69	1886.53	8888.18	8730.41	
A1_SLU_vento_gr4_83	19354	1782.45	2891.55	7525.57	13858.8	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	20327.4	2161.95	685.543	8888.18	3141.42	
A1_SLU_vento_gr4_83	19354	1782.45	2891.55	7525.57	13858.8	
E_103x_SLV_q=1.5_131	11387.3	2851.13	1458.33	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	11387.3	860.277	4094.06	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	12563.7	860.277	1458.33	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	11387.3	4255.45	2024.62	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	11387.3	1281.57	5981.72	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	12563.7	1281.57	2024.62	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	27255.9	1080.98	1084.56	31102.2	28443.1	
A1_SLU_gr3+vento_78	27255.9	2193.69	1886.53	54955.6	48347.5	
A1_SLU_vento_gr4_83	26282.5	1782.45	2891.55	44957.1	74581.4	
A1_SLU_gr3+vento_78	27255.9	2193.69	1886.53	54955.6	48347.5	
A1_SLU_vento_gr4_83	26282.5	1782.45	2891.55	44957.1	74581.4	
E_103x_SLV_q=1.5_131	16519.5	2851.13	1458.33	59070.3	27593.5	
E_103y_SLV_q=1.5_132	16519.5	860.277	4094.06	18755.2	89015.5	
E_103z_SLV_q=1.5_133	17695.9	860.277	1458.33	18755.2	27593.5	
E_103x_SLV_q=1_137	16519.5	4255.45	2024.62	87540.4	40805.8	
E_103y_SLV_q=1_138	16519.5	1281.57	5981.72	27296.3	133057	
E_103z_SLV_q=1_139	17695.9	1281.57	2024.62	27296.3	40805.8	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	54005.7	1080.98	1084.56	34345.1	31696.8	
A1_SLU_gr3+vento_78	54005.7	2193.69	1886.53	61536.7	54007	
A1_SLU_vento_gr4_83	53032.4	1782.45	2891.55	50304.5	83256	
A1_SLU_gr3+vento_78	54005.7	2193.69	1886.53	61536.7	54007	
A1_SLU_vento_gr4_83	53032.4	1782.45	2891.55	50304.5	83256	
E_103x_SLV_q=1.36_134	36576.7	5296.22	2219.49	80718.2	36884.4	
E_103y_SLV_q=1.36_135	36576.7	3106.28	5118.79	29801.9	113146	
E_103z_SLV_q=1.36_136	38318.7	3106.28	2219.49	29801.9	36884.4	
E_103x_SLV_q=1_137	36576.7	6416.13	2672.83	106789	48824.3	
E_103y_SLV_q=1_138	36576.7	3442.25	6629.92	37623	152946	
E_103z_SLV_q=1_139	38318.7	3442.25	2672.83	37623	48824.3	

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	22995.8	1080.98	1180.63	3186.2	5977.3	
A1_SLU_gr3+vento_149	22995.8	2193.69	1982.59	3672.64	9040.49	
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1782.45	2968.4	3353.13	14106.8	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	22995.8	2161.95	781.607	3672.64	3451.49	
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1782.45	2968.4	3353.13	14106.8	
E_103x_SLV_q=1.5_202	11387.3	2851.13	1458.33	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	11387.3	860.277	4094.06	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	12563.7	860.277	1458.33	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	11387.3	4255.45	2024.62	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	11387.3	1281.57	5981.72	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	12563.7	1281.57	2024.62	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	29924.3	1080.98	1180.63	25886.7	30770.5	
A1_SLU_gr3+vento_149	29924.3	2193.69	1982.59	49740.1	50674.9	
A1_SLU_vento_gr4_154	28417.3	1782.45	2968.4	40784.7	76443.3	
A1_SLU_gr3+vento_149	29924.3	2193.69	1982.59	49740.1	50674.9	
A1_SLU_vento_gr4_154	28417.3	1782.45	2968.4	40784.7	76443.3	
E_103x_SLV_q=1.5_202	16519.5	2851.13	1458.33	59070.3	27593.5	
E_103y_SLV_q=1.5_203	16519.5	860.277	4094.06	18755.2	89015.5	
E_103z_SLV_q=1.5_204	17695.9	860.277	1458.33	18755.2	27593.5	
E_103x_SLV_q=1_208	16519.5	4255.45	2024.62	87540.4	40805.8	
E_103y_SLV_q=1_209	16519.5	1281.57	5981.72	27296.3	133057	
E_103z_SLV_q=1_210	17695.9	1281.57	2024.62	27296.3	40805.8	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	56674.2	1080.98	1180.63	29129.6	34312.4	
A1_SLU_gr3+vento_149	56674.2	2193.69	1982.59	56321.1	56622.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	55167.1	1782.45	2968.4	46132	85348.5	
A1_SLU_gr3+vento_149	56674.2	2193.69	1982.59	56321.1	56622.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	55167.1	1782.45	2968.4	46132	85348.5	
E_103x_SLV_q=1.36_205	36576.7	5296.22	2219.49	80718.2	36884.4	
E_103y_SLV_q=1.36_206	36576.7	3106.28	5118.79	29801.9	113146	
E_103z_SLV_q=1.36_207	38318.7	3106.28	2219.49	29801.9	36884.4	
E_103x_SLV_q=1_208	36576.7	6416.13	2672.83	106789	48824.3	
E_103y_SLV_q=1_209	36576.7	3442.25	6629.92	37623	152946	
E_103z_SLV_q=1_210	38318.7	3442.25	2672.83	37623	48824.3	

 <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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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	398 $\Phi$ 30 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/10	8.7 cm
plinto	Trasv: 4.5 strati $\Phi$ 30/10 Long 4 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	40 $\Phi$ 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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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.

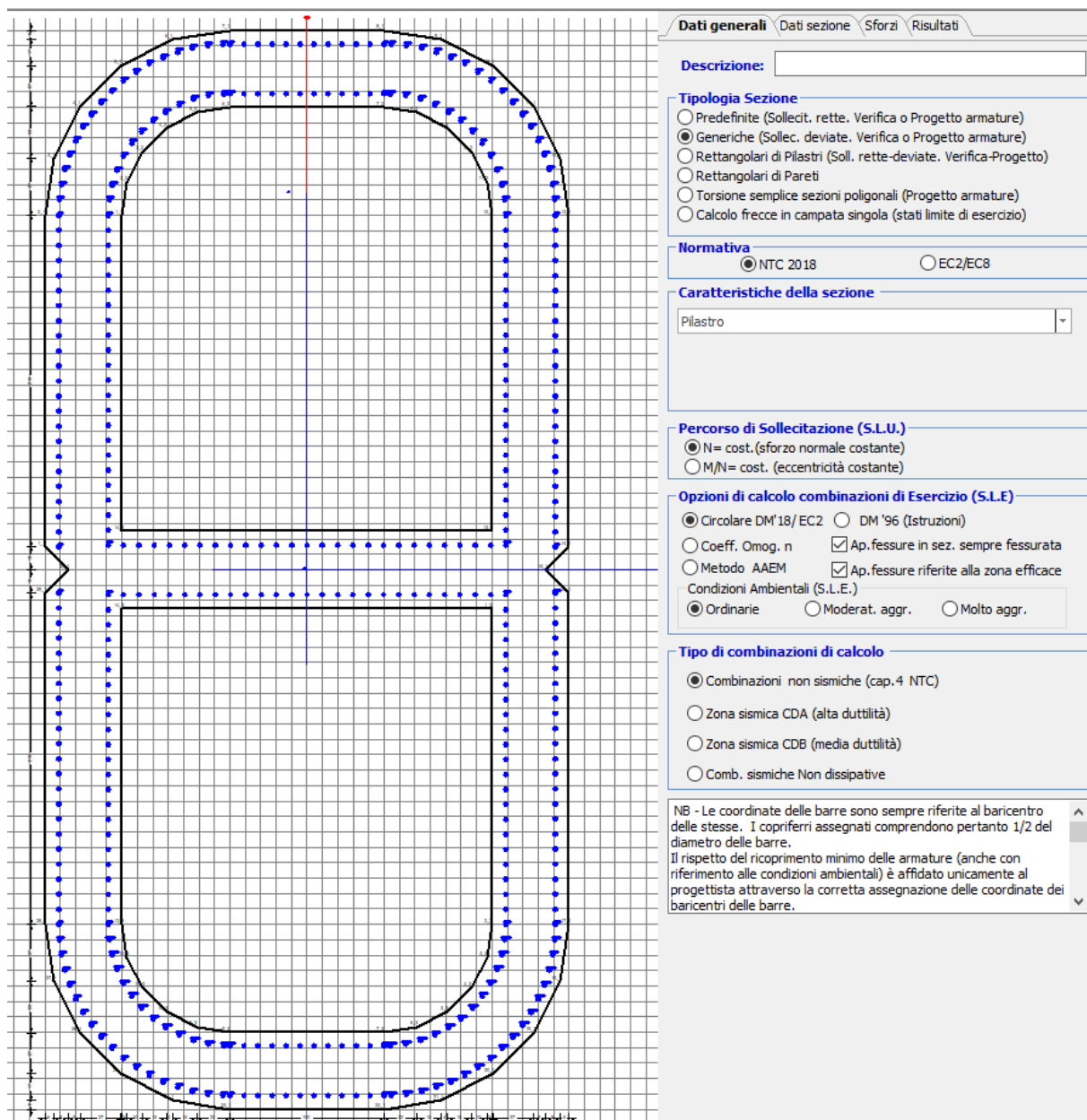


Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 398 di diametro  $\Phi 30$  che corrispondono ad un passo di 10cm lungo il bordo esterno ed interno della sezione.



## 8.2 Verifica a presso flessione

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

NOME SEZIONE: biscotto 7x3.4 s 0.5

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	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:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 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	-120.0	230.0
2	-116.6	251.6
3	-106.6	271.1
4	-91.1	286.6
5	-71.6	296.6
6	-50.0	300.0
7	50.0	300.0
8	71.6	296.6
9	91.1	286.6
10	106.6	271.1
11	116.6	251.6
12	120.0	230.0
13	120.0	25.0
14	-120.0	25.0

**DOMINIO N° 3**

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	120.0	-25.0
2	120.0	-230.0
3	116.6	-251.6
4	106.6	-271.1
5	91.1	-286.6
6	71.6	-296.6
7	50.0	-300.0
8	-50.0	-300.0
9	-71.6	-296.6
10	-91.1	-286.6
11	-106.6	-271.1
12	-116.6	-251.6
13	-120.0	-230.0
14	-120.0	-25.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-161.1	15.0	30
2	-161.1	230.0	30
3	-50.0	341.1	30
4	50.0	341.1	30
5	161.1	230.0	30
6	161.1	15.0	30
7	-161.1	-15.0	30
8	-161.1	-230.0	30
9	-50.0	-341.1	30
10	50.0	-341.1	30
11	161.1	-230.0	30
12	161.1	-15.0	30
13	-128.9	16.1	30
14	-128.9	230.0	30
15	-50.0	308.9	30
16	50.0	308.9	30
17	128.9	230.0	30
18	128.9	16.1	30
19	-128.9	-16.1	30
20	-128.9	-230.0	30
21	-50.0	-308.9	30
22	50.0	-308.9	30
23	128.9	-230.0	30
24	128.9	-16.1	30
25	-160.7	240.0	30
26	-159.3	249.9	30
27	-157.1	259.6	30
28	-154.0	269.1	30
29	-150.0	278.3	30
30	-145.3	287.1	30
31	-139.8	295.5	30
32	-133.5	303.3	30
33	-126.6	310.5	30
34	-119.1	317.0	30
35	-111.0	322.9	30
36	-102.4	328.0	30
37	-93.3	332.3	30
38	-84.0	335.8	30
39	-74.3	338.4	30
40	-64.5	340.2	30
41	-54.5	341.0	30
42	-128.3	240.0	30
43	-126.4	249.8	30
44	-123.3	259.3	30
45	-119.0	268.3	30
46	-113.6	276.7	30
47	-107.2	284.4	30
48	-99.8	291.2	30
49	-91.7	297.0	30
50	-82.9	301.7	30
51	-73.6	305.3	30
52	-63.9	307.7	30
53	-53.9	308.8	30
54	160.7	240.0	30
55	159.3	249.9	30
56	157.1	259.6	30

57	154.0	269.1	30
58	150.0	278.3	30
59	145.3	287.1	30
60	139.8	295.5	30
61	133.5	303.3	30
62	126.6	310.5	30
63	119.1	317.0	30
64	111.0	322.9	30
65	102.4	328.0	30
66	93.3	332.3	30
67	84.0	335.8	30
68	74.3	338.4	30
69	64.5	340.2	30
70	54.5	341.0	30
71	128.3	240.0	30
72	126.4	249.8	30
73	123.3	259.3	30
74	119.0	268.3	30
75	113.6	276.7	30
76	107.2	284.4	30
77	99.8	291.2	30
78	91.7	297.0	30
79	82.9	301.7	30
80	73.6	305.3	30
81	63.9	307.7	30
82	53.9	308.8	30
83	-160.7	-240.0	30
84	-159.3	-249.9	30
85	-157.1	-259.6	30
86	-154.0	-269.1	30
87	-150.0	-278.3	30
88	-145.3	-287.1	30
89	-139.8	-295.5	30
90	-133.5	-303.3	30
91	-126.6	-310.5	30
92	-119.1	-317.0	30
93	-111.0	-322.9	30
94	-102.4	-328.0	30
95	-93.3	-332.3	30
96	-84.0	-335.8	30
97	-74.3	-338.4	30
98	-64.5	-340.2	30
99	-54.5	-341.0	30
100	-128.3	-240.0	30
101	-126.4	-249.8	30
102	-123.3	-259.3	30
103	-119.0	-268.3	30
104	-113.6	-276.7	30
105	-107.2	-284.4	30
106	-99.8	-291.2	30
107	-91.7	-297.0	30
108	-82.9	-301.7	30
109	-73.6	-305.3	30
110	-63.9	-307.7	30
111	-53.9	-308.8	30
112	160.7	-240.0	30
113	159.3	-249.9	30
114	157.1	-259.6	30
115	154.0	-269.1	30
116	150.0	-278.3	30
117	145.3	-287.1	30

118	139.8	-295.5	30
119	133.5	-303.3	30
120	126.6	-310.5	30
121	119.1	-317.0	30
122	111.0	-322.9	30
123	102.4	-328.0	30
124	93.3	-332.3	30
125	84.0	-335.8	30
126	74.3	-338.4	30
127	64.5	-340.2	30
128	54.5	-341.0	30
129	128.3	-240.0	30
130	126.4	-249.8	30
131	123.3	-259.3	30
132	119.0	-268.3	30
133	113.6	-276.7	30
134	107.2	-284.4	30
135	99.8	-291.2	30
136	91.7	-297.0	30
137	82.9	-301.7	30
138	73.6	-305.3	30
139	63.9	-307.7	30
140	53.9	-308.8	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	21	30
2	5	6	21	30
3	7	8	21	30
4	11	12	21	30
5	13	14	21	30
6	17	18	21	30
7	19	20	21	30
8	23	24	21	30
9	3	4	10	30
10	9	10	10	30
11	15	16	10	30
12	18	13	25	30
13	21	22	10	30
14	24	19	25	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	29924.31	25886.67	30770.48	0.00	0.00
2	29924.31	49740.06	50674.86	0.00	0.00
3	28417.26	40784.68	76443.30	0.00	0.00
4	29924.31	49740.06	50674.86	0.00	0.00
5	28417.26	40784.68	76443.30	0.00	0.00
6	16519.52	59070.27	27593.53	0.00	0.00
7	16519.52	18755.24	89015.49	0.00	0.00
8	17695.90	18755.24	27593.53	0.00	0.00
9	27255.88	31102.22	28443.07	0.00	0.00
10	27255.88	54955.61	48347.45	0.00	0.00
11	26282.51	44957.12	74581.37	0.00	0.00
12	27255.88	54955.61	48347.45	0.00	0.00
13	26282.51	44957.12	74581.37	0.00	0.00
14	16519.52	59070.27	27593.53	0.00	0.00
15	16519.52	18755.24	89015.49	0.00	0.00
16	17695.90	18755.24	27593.53	0.00	0.00
17	29924.31	25886.67	30770.48	0.00	0.00
18	29924.31	49740.06	50674.86	0.00	0.00
19	28417.26	40784.68	76443.30	0.00	0.00
20	29924.31	49740.06	50674.86	0.00	0.00
21	28417.26	40784.68	76443.30	0.00	0.00
22	16519.52	59070.27	27593.53	0.00	0.00
23	16519.52	18755.24	89015.49	0.00	0.00
24	17695.90	18755.24	27593.53	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	21212.10	17899.15	19828.49
2	21212.10	34334.44	32847.38
3	20172.75	28148.10	50414.07
4	21212.10	34334.44	32847.38
5	20172.75	28148.10	50414.07
6	19371.80	17899.15	19828.49
7	19371.80	37931.37	31715.96
8	18700.51	31025.64	49508.93
9	19371.80	37931.37	31715.96
10	18700.51	31025.64	49508.93
11	21212.10	17899.15	19828.49
12	21212.10	34334.44	32847.38
13	20172.75	28148.10	50414.07
14	21212.10	34334.44	32847.38
15	20172.75	28148.10	50414.07
16	16178.74	32097.23	15421.54
17	16178.74	10663.33	48442.22
18	16559.99	10663.33	15421.54
19	16187.66	38041.33	17104.42
20	16187.66	12446.56	54051.80
21	16589.70	12446.56	17104.42
22	16187.66	38041.33	17104.42
23	16187.66	12446.56	54051.80
24	16589.70	12446.56	17104.42

**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	20172.75	27407.57 (81450.55)	16181.15 (48087.57)
2	20172.75	28148.10 (22254.64)	50414.07 (39858.71)
3	20172.75	28148.10 (22254.64)	50414.07 (39858.71)
4	20172.75	28148.10 (22254.64)	50414.07 (39858.71)
5	20172.75	28148.10 (22254.64)	50414.07 (39858.71)
6	18700.51	30285.11 (76653.11)	15276.02 (38664.36)
7	18700.51	31025.64 (23578.10)	49508.93 (37624.58)
8	18700.51	31025.64 (23578.10)	49508.93 (37624.58)
9	18700.51	31025.64 (23578.10)	49508.93 (37624.58)
10	18700.51	31025.64 (23578.10)	49508.93 (37624.58)
11	20172.75	27407.57 (81450.55)	16181.15 (48087.57)
12	20172.75	28148.10 (22254.64)	50414.07 (39858.71)
13	20172.75	28148.10 (22254.64)	50414.07 (39858.71)
14	20172.75	28148.10 (22254.64)	50414.07 (39858.71)
15	20172.75	28148.10 (22254.64)	50414.07 (39858.71)

**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	16015.36	1477.37 (0.00)	1326.51 (0.00)
2	16015.36	1625.47 (0.00)	8173.10 (0.00)
3	16015.36	1625.47 (0.00)	8173.10 (0.00)
4	16015.36	1625.47 (0.00)	8173.10 (0.00)
5	16015.36	1625.47 (0.00)	8173.10 (0.00)
6	16015.36	1477.37 (0.00)	1326.51 (0.00)
7	16015.36	1625.47 (0.00)	8173.10 (0.00)
8	16015.36	1625.47 (0.00)	8173.10 (0.00)
9	16015.36	1625.47 (0.00)	8173.10 (0.00)
10	16015.36	1625.47 (0.00)	8173.10 (0.00)
11	16015.36	1477.37 (0.00)	1326.51 (0.00)
12	16015.36	1625.47 (0.00)	8173.10 (0.00)
13	16015.36	1625.47 (0.00)	8173.10 (0.00)
14	16015.36	1625.47 (0.00)	8173.10 (0.00)
15	16015.36	328.73 (0.00)	8173.10 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 0.9 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Componente 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	29924.31	25886.67	30770.48	29924.06	138011.15	163512.86	5.322813.3(290.7)	
2	S	29924.31	49740.06	50674.86	29924.10	155199.18	157061.87	3.112813.3(290.7)	
3	S	28417.26	40784.68	76443.30	28417.37	92898.25	176115.41	2.302813.3(290.7)	
4	S	29924.31	49740.06	50674.86	29924.10	155199.18	157061.87	3.112813.3(290.7)	
5	S	28417.26	40784.68	76443.30	28417.37	92898.25	176115.41	2.302813.3(290.7)	
6	S	16519.52	59070.27	27593.53	16519.67	230197.34	108812.80	3.912813.3(290.7)	
7	S	16519.52	18755.24	89015.49	16519.78	37033.22	175308.06	1.972813.3(290.7)	
8	S	17695.90	18755.24	27593.53	17695.95	110992.48	162449.17	5.902813.3(290.7)	
9	S	27255.88	31102.22	28443.07	27256.10	164592.51	151431.02	5.312813.3(290.7)	
10	S	27255.88	54955.61	48347.45	27255.66	169912.12	149137.93	3.092813.3(290.7)	
11	S	26282.51	44957.12	74581.37	26282.25	104313.44	171430.67	2.302813.3(290.7)	
12	S	27255.88	54955.61	48347.45	27255.66	169912.12	149137.93	3.092813.3(290.7)	
13	S	26282.51	44957.12	74581.37	26282.25	104313.44	171430.67	2.302813.3(290.7)	
14	S	16519.52	59070.27	27593.53	16519.67	230197.34	108812.80	3.912813.3(290.7)	
15	S	16519.52	18755.24	89015.49	16519.78	37033.22	175308.06	1.972813.3(290.7)	
16	S	17695.90	18755.24	27593.53	17695.95	110992.48	162449.17	5.902813.3(290.7)	
17	S	29924.31	25886.67	30770.48	29924.06	138011.15	163512.86	5.322813.3(290.7)	
18	S	29924.31	49740.06	50674.86	29924.10	155199.18	157061.87	3.112813.3(290.7)	
19	S	28417.26	40784.68	76443.30	28417.37	92898.25	176115.41	2.302813.3(290.7)	
20	S	29924.31	49740.06	50674.86	29924.10	155199.18	157061.87	3.112813.3(290.7)	
21	S	28417.26	40784.68	76443.30	28417.37	92898.25	176115.41	2.302813.3(290.7)	
22	S	16519.52	59070.27	27593.53	16519.67	230197.34	108812.80	3.912813.3(290.7)	
23	S	16519.52	18755.24	89015.49	16519.78	37033.22	175308.06	1.972813.3(290.7)	
24	S	17695.90	18755.24	27593.53	17695.95	110992.48	162449.17	5.902813.3(290.7)	



**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	0.00332	157.1	259.6	-0.00561	-157.1	-259.6
2	0.00350	164.1	267.1	0.00333	154.0	269.1	-0.00538	-154.0	-269.1
3	0.00350	164.1	267.1	0.00331	159.3	249.9	-0.00662	-159.3	-249.9
4	0.00350	164.1	267.1	0.00333	154.0	269.1	-0.00538	-154.0	-269.1
5	0.00350	164.1	267.1	0.00331	159.3	249.9	-0.00662	-159.3	-249.9
6	0.00350	147.1	300.5	0.00336	145.3	287.1	-0.00565	-145.3	-287.1
7	0.00350	170.0	230.0	0.00317	160.7	240.0	-0.01019	-160.7	-240.0
8	0.00350	164.1	267.1	0.00329	159.3	249.9	-0.00713	-159.3	-249.9
9	0.00350	164.1	267.1	0.00334	154.0	269.1	-0.00544	-154.0	-269.1
10	0.00350	164.1	267.1	0.00334	154.0	269.1	-0.00539	-154.0	-269.1
11	0.00350	164.1	267.1	0.00330	159.3	249.9	-0.00653	-159.3	-249.9
12	0.00350	164.1	267.1	0.00334	154.0	269.1	-0.00539	-154.0	-269.1
13	0.00350	164.1	267.1	0.00330	159.3	249.9	-0.00653	-159.3	-249.9
14	0.00350	147.1	300.5	0.00336	145.3	287.1	-0.00565	-145.3	-287.1
15	0.00350	170.0	230.0	0.00317	160.7	240.0	-0.01019	-160.7	-240.0
16	0.00350	164.1	267.1	0.00329	159.3	249.9	-0.00713	-159.3	-249.9
17	0.00350	164.1	267.1	0.00332	157.1	259.6	-0.00561	-157.1	-259.6
18	0.00350	164.1	267.1	0.00333	154.0	269.1	-0.00538	-154.0	-269.1
19	0.00350	164.1	267.1	0.00331	159.3	249.9	-0.00662	-159.3	-249.9
20	0.00350	164.1	267.1	0.00333	154.0	269.1	-0.00538	-154.0	-269.1
21	0.00350	164.1	267.1	0.00331	159.3	249.9	-0.00662	-159.3	-249.9
22	0.00350	147.1	300.5	0.00336	145.3	287.1	-0.00565	-145.3	-287.1
23	0.00350	170.0	230.0	0.00317	160.7	240.0	-0.01019	-160.7	-240.0
24	0.00350	164.1	267.1	0.00329	159.3	249.9	-0.00713	-159.3	-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	0.000019215	0.000005570	-0.001141373	----	----
2	0.000017820	0.000005994	-0.001025679	----	----
3	0.000024211	0.000004427	-0.001656095	----	----
4	0.000017820	0.000005994	-0.001025679	----	----
5	0.000024211	0.000004427	-0.001656095	----	----
6	0.000013436	0.000008880	-0.001145092	----	----
7	0.000037873	0.000002477	-0.003508019	----	----
8	0.000024381	0.000005301	-0.001917451	----	----
9	0.000017427	0.000006341	-0.001053838	----	----
10	0.000017036	0.000006477	-0.001025937	----	----
11	0.000023310	0.000004817	-0.001612357	----	----
12	0.000017036	0.000006477	-0.001025937	----	----
13	0.000023310	0.000004817	-0.001612357	----	----
14	0.000013436	0.000008880	-0.001145092	----	----

15	0.000037873	0.000002477	-0.003508019	----	----
16	0.000024381	0.000005301	-0.001917451	----	----
17	0.000019215	0.000005570	-0.001141373	----	----
18	0.000017820	0.000005994	-0.001025679	----	----
19	0.000024211	0.000004427	-0.001656095	----	----
20	0.000017820	0.000005994	-0.001025679	----	----
21	0.000024211	0.000004427	-0.001656095	----	----
22	0.000013436	0.000008880	-0.001145092	----	----
23	0.000037873	0.000002477	-0.003508019	----	----
24	0.000024381	0.000005301	-0.001917451	----	----

**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	3.99	164.1	267.1	-14.6	-157.1	-259.6	3990	120.2
2	S	6.42	164.1	267.1	-67.3	-154.0	-269.1	11903	346.4
3	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1
4	S	6.42	164.1	267.1	-67.3	-154.0	-269.1	11903	346.4
5	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1
6	S	3.91	164.1	267.1	-18.5	-157.1	-259.6	5033	148.4
7	S	6.46	164.1	267.1	-74.9	-154.0	-269.1	12547	360.5
8	S	8.05	164.1	267.1	-126.2	-159.3	-249.9	17811	516.0
9	S	6.46	164.1	267.1	-74.9	-154.0	-269.1	12547	360.5
10	S	8.05	164.1	267.1	-126.2	-159.3	-249.9	17811	516.0
11	S	3.99	164.1	267.1	-14.6	-157.1	-259.6	3990	120.2
12	S	6.42	164.1	267.1	-67.3	-154.0	-269.1	11903	346.4
13	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1
14	S	6.42	164.1	267.1	-67.3	-154.0	-269.1	11903	346.4
15	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1
16	S	4.20	147.1	300.5	-34.3	-139.8	-295.5	10098	289.8
17	S	6.66	170.0	230.0	-111.6	-160.7	-240.0	27218	777.5
18	S	2.94	164.1	267.1	-8.2	-157.1	-259.6	2944	106.0
19	S	4.77	147.1	300.5	-46.8	-139.8	-295.5	11391	339.3
20	S	7.39	170.0	230.0	-132.2	-160.7	-240.0	27891	798.7
21	S	3.21	164.1	267.1	-13.2	-157.1	-259.6	4567	141.4
22	S	4.77	147.1	300.5	-46.8	-139.8	-295.5	11391	339.3
23	S	7.39	170.0	230.0	-132.2	-160.7	-240.0	27891	798.7
24	S	3.21	164.1	267.1	-13.2	-157.1	-259.6	4567	141.4

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

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

sr max

Massima distanza tra le fessure [mm]

wk

Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \max * (e_{sm} - e_{cm}) [(7.8)EC2 \text{ e } (C4.1.7)NTC]$ . 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	-0.00008	0	0.833	30.0	66	0.00004 (0.00004)	508	0.022 (990.00)	65211.42	72240.53
2	S	-0.00035	0	0.833	30.0	66	0.00020 (0.00020)	517	0.104 (990.00)	40217.92	38476.04
3	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (990.00)	22254.64	39858.71
4	S	-0.00035	0	0.833	30.0	66	0.00020 (0.00020)	517	0.104 (990.00)	40217.92	38476.04
5	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (990.00)	22254.64	39858.71
6	S	-0.00010	0	0.833	30.0	66	0.00006 (0.00006)	514	0.029 (990.00)	56184.69	62240.81
7	S	-0.00039	0	0.833	30.0	66	0.00022 (0.00022)	521	0.117 (990.00)	41341.22	34567.07
8	S	-0.00065	0	0.833	30.0	60	0.00038 (0.00038)	496	0.188 (990.00)	23578.10	37624.58
9	S	-0.00039	0	0.833	30.0	66	0.00022 (0.00022)	521	0.117 (990.00)	41341.22	34567.07
10	S	-0.00065	0	0.833	30.0	60	0.00038 (0.00038)	496	0.188 (990.00)	23578.10	37624.58
11	S	-0.00008	0	0.833	30.0	66	0.00004 (0.00004)	508	0.022 (990.00)	65211.42	72240.53
12	S	-0.00035	0	0.833	30.0	66	0.00020 (0.00020)	517	0.104 (990.00)	40217.92	38476.04
13	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (990.00)	22254.64	39858.71
14	S	-0.00035	0	0.833	30.0	66	0.00020 (0.00020)	517	0.104 (990.00)	40217.92	38476.04
15	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (990.00)	22254.64	39858.71
16	S	-0.00018	0	0.833	30.0	73	0.00010 (0.00010)	543	0.056 (990.00)	65846.93	31637.03
17	S	-0.00058	0	0.833	30.0	62	0.00033 (0.00033)	507	0.170 (990.00)	9785.15	44452.77
18	S	-0.00005	0	0.833	30.0	66	0.00002 (0.00002)	461	0.011 (990.00)	64017.01	92582.79
19	S	-0.00024	0	0.833	30.0	73	0.00014 (0.00014)	532	0.075 (990.00)	61254.85	27541.85
20	S	-0.00069	0	0.833	30.0	62	0.00040 (0.00040)	507	0.201 (990.00)	9822.09	42654.48
21	S	-0.00007	0	0.833	30.0	66	0.00004 (0.00004)	500	0.020 (990.00)	52745.20	72483.97
22	S	-0.00024	0	0.833	30.0	73	0.00014 (0.00014)	532	0.075 (990.00)	61254.85	27541.85
23	S	-0.00069	0	0.833	30.0	62	0.00040 (0.00040)	507	0.201 (990.00)	9822.09	42654.48
24	S	-0.00007	0	0.833	30.0	66	0.00004 (0.00004)	500	0.020 (990.00)	52745.20	72483.97

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.10	147.1	300.5	-20.0	-145.3	-287.1	6469	197.9
2	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1
3	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1
4	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1
5	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1
6	S	4.14	147.1	300.5	-25.1	-145.3	-287.1	8116	233.3
7	S	8.05	164.1	267.1	-126.2	-159.3	-249.9	17811	516.0
8	S	8.05	164.1	267.1	-126.2	-159.3	-249.9	17811	516.0
9	S	8.05	164.1	267.1	-126.2	-159.3	-249.9	17811	516.0
10	S	8.05	164.1	267.1	-126.2	-159.3	-249.9	17811	516.0
11	S	4.10	147.1	300.5	-20.0	-145.3	-287.1	6469	197.9
12	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1
13	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1
14	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1
15	S	8.01	164.1	267.1	-120.5	-159.3	-249.9	18176	530.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00011	0	0.833	30.0	62	0.00006 (0.00006)	488	0.029 (0.40)	81450.55	48087.57
2	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (0.40)	22254.64	39858.71
3	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (0.40)	22254.64	39858.71
4	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (0.40)	22254.64	39858.71
5	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (0.40)	22254.64	39858.71
6	S	-0.00013	0	0.833	30.0	62	0.00008 (0.00008)	506	0.038 (0.40)	76653.11	38664.36

7	S	-0.00065	0	0.833	30.0	60	0.00038 (0.00038)	496	0.188 (0.40)	23578.10	37624.58
8	S	-0.00065	0	0.833	30.0	60	0.00038 (0.00038)	496	0.188 (0.40)	23578.10	37624.58
9	S	-0.00065	0	0.833	30.0	60	0.00038 (0.00038)	496	0.188 (0.40)	23578.10	37624.58
10	S	-0.00065	0	0.833	30.0	60	0.00038 (0.00038)	496	0.188 (0.40)	23578.10	37624.58
11	S	-0.00011	0	0.833	30.0	62	0.00006 (0.00006)	488	0.029 (0.40)	81450.55	48087.57
12	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (0.40)	22254.64	39858.71
13	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (0.40)	22254.64	39858.71
14	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (0.40)	22254.64	39858.71
15	S	-0.00063	0	0.833	30.0	60	0.00036 (0.00036)	494	0.178 (0.40)	22254.64	39858.71

**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	1.32	164.1	267.1	14.8	-154.0	-269.1	---	---
2	S	1.89	170.0	230.0	6.7	-160.7	-240.0	---	---
3	S	1.89	170.0	230.0	6.7	-160.7	-240.0	---	---
4	S	1.89	170.0	230.0	6.7	-160.7	-240.0	---	---
5	S	1.89	170.0	230.0	6.7	-160.7	-240.0	---	---
6	S	1.32	164.1	267.1	14.8	-154.0	-269.1	---	---
7	S	1.89	170.0	230.0	6.7	-160.7	-240.0	---	---
8	S	1.89	170.0	230.0	6.7	-160.7	-240.0	---	---
9	S	1.89	170.0	230.0	6.7	-160.7	-240.0	---	---
10	S	1.89	170.0	230.0	6.7	-160.7	-240.0	---	---
11	S	1.32	164.1	267.1	14.8	-154.0	-269.1	---	---
12	S	1.89	170.0	230.0	6.7	-160.7	-240.0	---	---
13	S	1.89	170.0	230.0	6.7	-160.7	-240.0	---	---
14	S	1.89	170.0	230.0	6.7	-160.7	-240.0	---	---
15	S	1.85	170.0	230.0	7.4	-161.1	-230.0	---	---

**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 (0.30)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	6	
area armature trasversale	$A_{sw}$	7	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 Longidinale</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	$\vartheta$	33	kN
resistenza puntoni laterali	$V_{c1}$	2458	kN
resistenza puntone interno	$V_{c1}$	4073	kN
resistenza puntoni	$V_c$	6531	kN
resistenza staffe	$V_s$	6531	kN
taglio resisitente	$V_r$	6531	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	4713	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.72	
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	622.35	cm
larghezza biella	bw	66.00	cm
inclinazione biella	$\vartheta$	32.93	gradi
resistenza puntoni	$V_c$	16994	kN
resistenza staffe	$V_s$	16994	kN
taglio resisitente	$V_r$	16994	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	6117.46	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.36	

 <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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

#### 8.4 Verifica minimi di armatura


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

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

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


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

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

 <b>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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

- *L'interasse delle armature trasversali s non deve essere superiore a 10 volte il diametro delle barre longitudinali, né a 1/5 del diametro del nucleo della sezione interna alle stesse;*
- *Nelle pile a sezione cava dovranno prevedersi spille di collegamento fra le armature longitudinali in numero di almeno 6 a metro quadro;*
- *Nel caso in cui il fattore di struttura “q” sia minore o uguale ad 1,5 l'armatura di confinamento delle pile si devono rispettare le limitazioni sulla percentuale meccanica:*

<b>minimi per armatura flessionale</b>				
numero di ferri longitudinali	n	<b>398</b>		
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>30</b>	mm	
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm	
passo massimo longitudinale	p	30	cm	
area dell'armatura longitudinale	As	281330	mm <sup>2</sup>	
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	10200000	mm <sup>3</sup>	
		<b>2.76%</b>		>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>				
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.16</b>	g	
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.04		
interasse staffe	s	<b>100</b>	mm	
diametro armature trasversale	$\varphi$	<b>12</b>	mm	
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm <sup>2</sup>	
Area totale staffe	Asw	2.26	mm <sup>2</sup>	
area totale legature	Asl	2.51	mm <sup>2</sup>	
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.1985</b>		

 <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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

## 8.5 Verifica spostamenti

Per l'identificazione dell'escursione dei giunti tra le testate di due travi adiacenti si richiama il "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" al capitolo 2.5.2.1.5.3 il quale fa riferimento allo spostamento longitudinale  $E_L$  identificabile come il contributo di una dilatazione termica, più un contributo indotto dall'azione sismica sulle fondazioni e sulle pile:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2 \cdot D_t + 4 \cdot d_{Ed} \cdot k_2 + 2 \cdot d_{eg})$$

dove:

- $E_1 =$  spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;
- $E_2 =$  spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;
- $E_3 =$  spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;
- $k_1 =$  0,45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;
- $k_2 =$  0,55 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile				
categoria di terreno			<b>C</b>	
periodo inizio tratto velocità costante		TC	<b>0.641</b>	s
periodo tratto a spostamento costante		TD	<b>1.988</b>	s
coef. categoria e topografia terreno		S	<b>1.5</b>	
accelerazione orizzontale max al sito		ag	<b>0.146</b>	g
periodo di vibrare longitudinale		T1	0.93	sec
fattore di struttura		q	1.5	
fattore di duttilità in spostamento		$\mu$	1.5	
accelerazione di riferimento pila dir. long		ag (I)	0.18	g
		w	0.15	sec
			0.04	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale		dEe	<b>0.0000</b>	m
spostamento totale relativo		dEd	<b>0.0598</b>	m



spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno				
spostamento massimo orizz. del terreno	<b>dg</b>	<b>0.0682</b>	m	
spostamenti massimi terreno punto i	dji	<b>0.068</b>	m	
spostamenti massimi terreno punto j	dgi	<b>0.068</b>	m	
velocità prop. onde di taglio nel terreno	vs	<b>270</b>	m/s	
distanza tra i-esima tra punto i j (dist. Pile)	x	<b>50</b>	m	
per suoli differenti o distanza <20m	dij0	0.0000	m	
su stesso suolo	dij0	0.0013	m	
formulazione adottata		(3.2.16)		
	<b>dij, max</b>	<b>0.1205</b>	m	
spost. relativo tra due punti dipendenti	di(x)	0.039	m	

spostamento longitudinale relativo alla termica				
variazione termica uniforme	DT	<b>20</b>	°C	
coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$	1.20E-05	1/°C	
dilatazione termica	Dt	0.010	m	
dilatazione termica incrementata del 50%	<b>Dt</b>	<b>0.014</b>	m	
spostamento longitudinale finale				
coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45		
coefficiente controfase pile	k2	0.55		
spostamento longitudinale minimo	EL min	0.17	m	
spostamento long di calcolo	EL	0.18	m	
spostamento longitudinale	<b>EL</b>	<b>18.064</b>	m	
altri spostamenti longitudinali				
escursione longitudinale giunto	Eg	$\pm 10$	cm	
corsa appoggi mobili	Cap	$\pm 11.3$	cm	
ampiezza dei varchi	v	11.0	cm	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>89 di 114</b>

Progetto definitivo  
 Relazione di calcolo Pile – P5

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

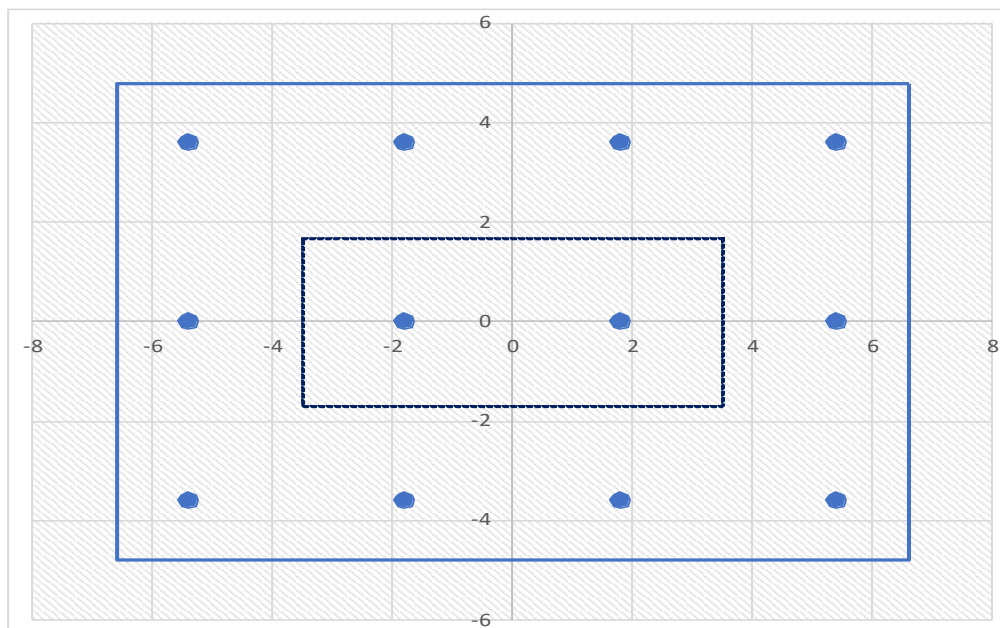
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

<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.	12		
diametro pali	D	1.5	m	
interasse pali	i	4.5	m	
altezza plinto di fondazione	h	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	3.25	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	2.8	m	
direzione trasversale	a/h	1.083333	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.933333	<i>Plinto basso</i>	



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	7202.7	5770.6	7208.1
2	1.8	-3.6	3291.5	3157.9	-207.8
3	5.4	3.6	8251.3	8602.9	8112.2
4	5.4	-3.6	4340.1	5990.2	696.3
5	-5.4	-3.6	1194.4	-2506.8	-2016.1
6	-5.4	3.6	5105.6	105.9	5399.8
7	5.4	0	6295.7	7296.6	4404.3
8	-5.4	0	3150.0	-1200.5	1691.8
9	-1.8	0	4198.6	1631.9	2596.0
10	1.8	0	5247.1	4464.2	3500.1
11	-1.8	-3.6	2243.0	325.5	-1112.0
12	-1.8	3.6	6154.2	2938.2	6303.9
taglio combinato in			246.4036	622.5226	579.216
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	4951.7	5770.6	7208.1
2	1.8	-3.6	2338.9	3157.9	-207.8
3	5.4	3.6	5855.8	8602.9	8112.2
4	5.4	-3.6	3243.1	5990.2	696.3
5	-5.4	-3.6	530.6	-2506.8	-2016.1
6	-5.4	3.6	3143.4	105.9	5399.8
7	5.4	0	4549.5	7296.6	4404.3
8	-5.4	0	1837.0	-1200.5	1691.8
9	-1.8	0	2741.1	1631.9	2596.0
10	1.8	0	3645.3	4464.2	3500.1
11	-1.8	-3.6	1434.8	325.5	-1112.0
12	-1.8	3.6	4047.5	2938.2	6303.9
taglio combinato in			363.1757	622.5226	579.216

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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

## 9.1 Dimensionamento armature

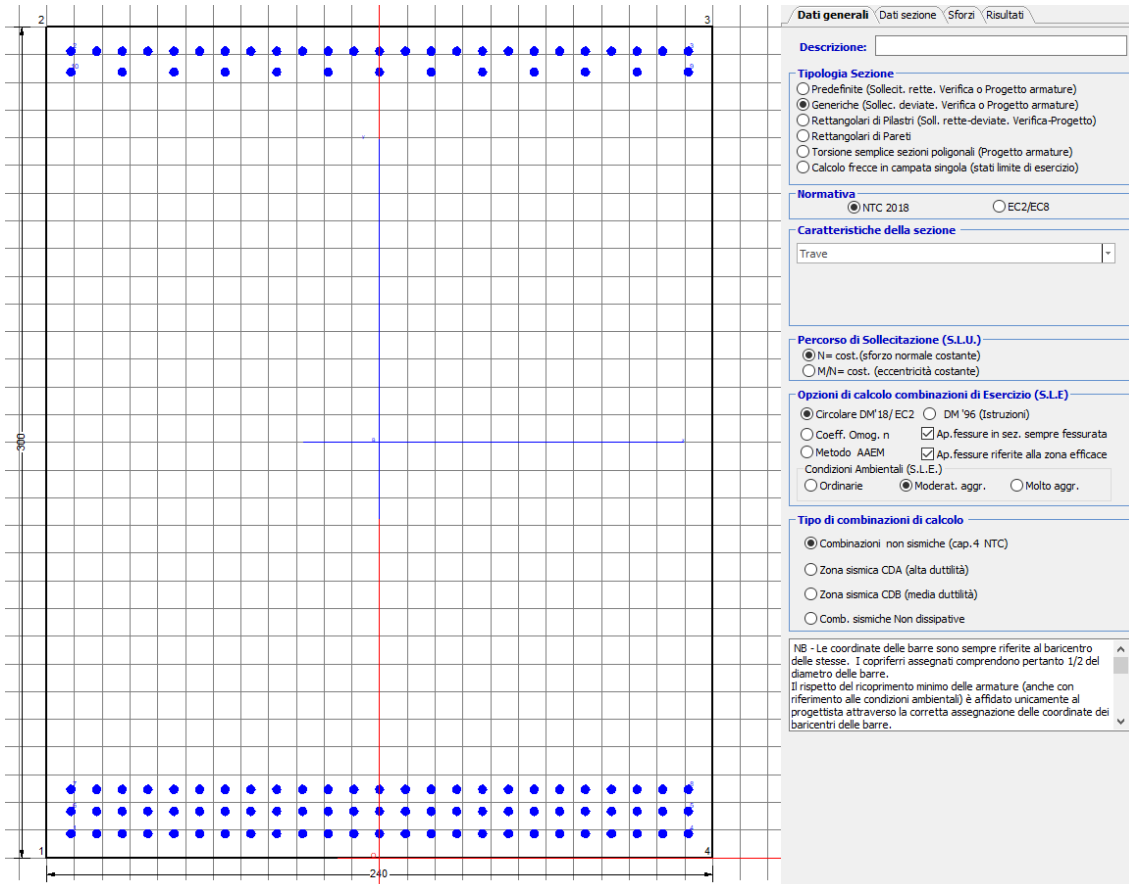
<b><i>posizione del palo più sollecitato</i></b>				
coordinata in direzione trasversale		X	5.4	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	6.48999	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	24.8087	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	8569.86	KN
forza di trazione risultante		T	18539.4	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	15425.7	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	10283.8	KN

<b><i>dimensionamento armature</i></b>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	39421.8	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		$\Phi$	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	3	
lunghezza di collaborazione		L	2.4	m
numero di ferri per strato		n	24	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	50893.8	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.77459	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	26281.2	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		$\Phi$	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	2.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.1	m
numero di ferri per strato		n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	37110.1	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.7082	
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_t$	303.097	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_l$	277.117	MPa

## 9.2 Verifica a prso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione y 240x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

**ACCIAIO -**

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

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-111.3	8.7	30
2	-111.3	291.3	30
3	111.3	291.3	30
4	111.3	8.7	30
5	111.3	16.7	30
6	-111.3	16.7	30
7	111.3	24.7	30
8	-111.3	24.7	30
9	111.3	283.3	30
10	-111.3	283.3	30

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	23	30
5	10	9	11	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	24931.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	20628.00	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	17332.00	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	17332.00 (13438.65)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	9366.00 (13438.65)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	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	24931.00	0.00	0.00	55978.05	0.00	2.25530.1(103.4)	
2	S	0.00	20628.00	0.00	0.00	55978.05	0.00	2.71530.1(103.4)	

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.128	-120.0	300.0	0.00268	-111.3	291.3	-0.02380	-111.3	8.7
2	0.00350	0.128	-120.0	300.0	0.00268	-111.3	291.3	-0.02380	-111.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000093721	-0.024616182	0.128	0.700
2	0.000000000	0.000093721	-0.024616182	0.128	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.45	-120.0	300.0	-133.2	37.1	8.7	10078	530.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_c$ eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c$ 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]
sr max	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
wk	Massima distanza tra le fessure [mm]
Mx fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
My fess.	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	-0.00070	0	0.897	30.0	72	0.00047 (0.00040)	419	0.197 (990.00)	13438.65	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.45	-120.0	300.0	-133.2	37.1	8.7	10078	530.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00070	0	0.897	30.0	72	0.00047 (0.00040)	419	0.197 (0.20)	13438.65	0.00

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

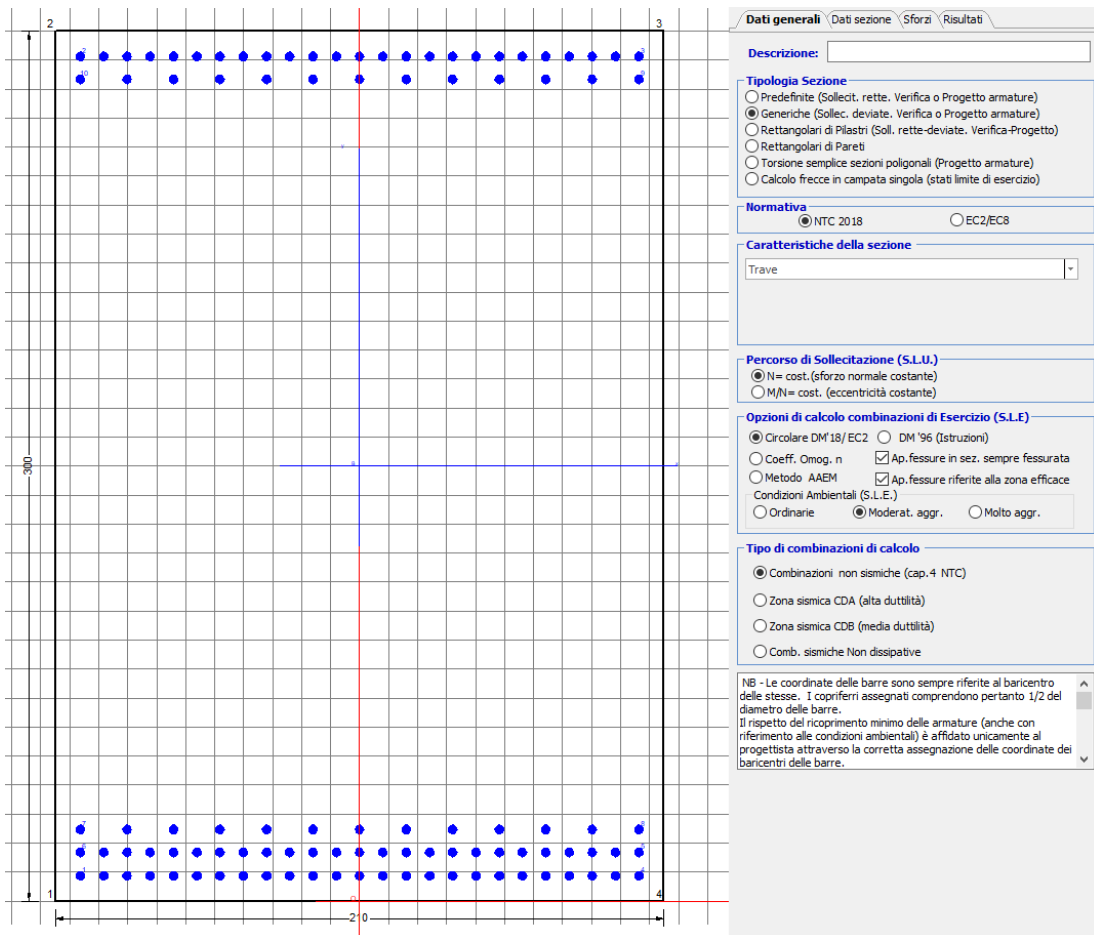
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.40	120.0	300.0	-72.0	-9.3	8.7	9960	530.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00038	0	0.898	30.0	72	0.00023 (0.00022)	417	0.096 (0.20)	13438.65	0.00

### 9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione Y 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	96.5	16.7	30
6	-96.5	16.7	30
7	96.5	24.7	30
8	-96.5	24.7	30
9	96.5	283.3	30
10	-96.5	283.3	30

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	11	30
5	10	9	11	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	16621.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	13752.00	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	11554.00	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	11554.00 (11799.83)	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	6244.00 (11799.83)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	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	16621.00	0.00	0.00	47553.85	0.00	2.86	445.3(90.5)
2	S	0.00	13752.00	0.00	0.00	47553.85	0.00	3.46	445.3(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	0.107	-105.0	300.0	0.00253	-96.3	291.3	-0.02914	-96.3	8.7
2	0.00350	0.107	-105.0	300.0	0.00253	-96.3	291.3	-0.02914	-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	0.000112063	-0.030119022	0.107	0.700
2	0.000000000	0.000112063	-0.030119022	0.107	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.32	105.0	300.0	-103.6	-16.1	8.7	7980	445.3

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

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00054	0	0.908	30.0	72	0.00033 (0.00031)	411	0.136 (990.00)	11799.83	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.32	105.0	300.0	-103.6	-16.1	8.7	7980	445.3

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00054	0	0.908	30.0	72	0.00033 (0.00031)	411	0.136 (0.20)	11799.83	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	1.79	105.0	300.0	-56.0	-72.2	8.7	7980	445.3

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00029	0	0.908	30.0	72	0.00017 (0.00017)	411	0.069 (0.20)	11799.83	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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	4.71239	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	45	gradi
perimetro zona critica			u1	21.1115	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.75	m
raggio esterno			R	3.36	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.6911	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	18.5342	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	7878.5	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.89679	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.17936	
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento</b>					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.00812	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00677	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01058	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.59511	MPa
			vRd,c	0.69601	MPa
				0.85503	



 <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>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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  $N$ ,  $M_l$ ,  $M_t$  sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata,  $n$  è il numero di pali e  $J_l$ ,  $J_t$  sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

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

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

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

dove  $H_l$ ,  $H_t$  sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

### 10.2 Verifica strutturale

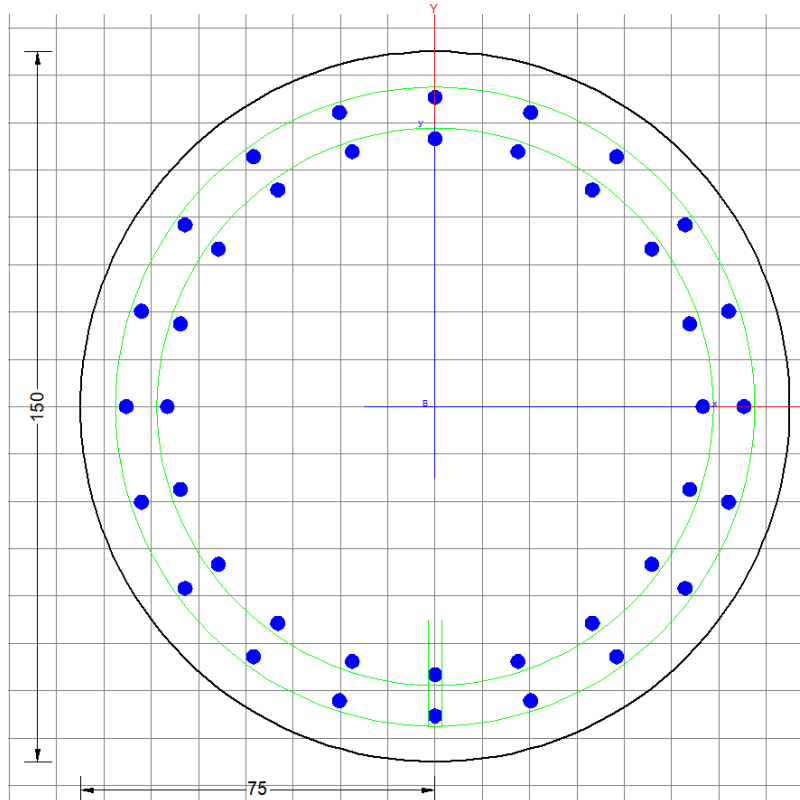
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>56674</b>	2194	1983	56321	56623	
E_103x_SLV_q=1.36_63	36577	5296	2219	80718	36884	
E_103y_SLV_q=1.36_64	36577	3106	5119	29802	113146	
E_103x_SLV_q=1.36_63	36577	5296	2219	<b>80718</b>	36884	
E_103y_SLV_q=1.36_64	36577	3106	5119	29802	<b>113146</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	2.25	4.5	6809.92	5639.86	4790.43
2	2.25	-4.5	3680.96	1155.52	3134.77
3	6.75	4.5	7648.77	6186.3	6466.67
4	6.75	-4.5	4519.82	1701.95	4811.01
5	-6.75	-4.5	2003.26	62.6489	-217.72
6	-6.75	4.5	5132.21	4546.99	1437.94
7	6.75	0	6084.29	3944.13	5638.84
8	-6.75	0	3567.73	2304.82	610.109
9	-2.25	0	4406.59	2851.26	2286.35
10	2.25	0	5245.44	3397.69	3962.6
11	-2.25	-4.5	2842.11	609.084	1458.52
12	-2.25	4.5	5971.06	5093.43	3114.18
taglio equivalente			246.404	478.54	498.964
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	3
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	7649	183	165	548	496
combo2	6186	441	185	1324	555
combo3	6467	259	427	777	1280
combo4	-218	259	427	777	1280



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

Descrizione:

**Tipologia Sezione**

Predefinite (Sollec. rette. Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)

Rettangolari di Pilastro (Solli. 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 DM18/EC2  DM '96 (Istruzioni)

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

Metodo AHEM  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 copriferris 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 1.5**

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

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

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

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	65.3	20	30
2	0.0	0.0	56.6	20	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	7878.50	445.61	742.10	0.00	0.00
2	1275.05	270.24	295.16	0.00	0.00
3	7648.77	548.42	495.65	0.00	0.00
4	7878.50	445.61	742.10	0.00	0.00
5	7648.77	548.42	495.65	0.00	0.00
6	7878.50	445.61	742.10	0.00	0.00
7	6466.67	776.57	1279.70	0.00	0.00
8	-217.72	776.57	1279.70	0.00	0.00
9	6186.30	1324.06	554.87	0.00	0.00
10	6466.67	776.57	1279.70	0.00	0.00
11	6186.30	1324.06	554.87	0.00	0.00
12	6466.67	776.57	1279.70	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	5543.16	307.02	487.18
2	1094.10	307.02	478.34
3	5389.99	378.04	318.69
4	5543.16	307.02	487.18
5	5389.99	378.04	318.69
6	5543.16	307.02	487.18
7	4960.70	381.81	669.44
8	1203.81	381.81	669.44
9	4616.75	647.36	314.27
10	4761.35	381.81	669.44
11	4616.75	715.82	314.27
12	4761.35	381.81	690.07

**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	5543.16	307.02 (0.00)	487.18 (0.00)
2	1094.10	307.02 (980.46)	478.34 (1527.57)
3	5543.16	307.02 (0.00)	487.18 (0.00)
4	5543.16	307.02 (0.00)	487.18 (0.00)
5	5543.16	307.02 (0.00)	487.18 (0.00)
6	5543.16	307.02 (0.00)	487.18 (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	3311.54	1.76 (0.00)	82.18 (0.00)
2	2812.98	1.76 (0.00)	82.18 (0.00)
3	3311.54	1.76 (0.00)	82.18 (0.00)
4	3311.54	1.76 (0.00)	82.18 (0.00)
5	3311.54	1.76 (0.00)	82.18 (0.00)
6	3311.54	1.76 (0.00)	82.18 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	7878.50	445.61	742.10	7878.57	3859.72	6415.84	8.65	282.7(53.0)
2	S	1275.05	270.24	295.16	1275.21	4131.81	4525.73	15.31	282.7(53.0)
3	S	7648.77	548.42	495.65	7648.73	5542.16	5002.06	10.10	282.7(53.0)
4	S	7878.50	445.61	742.10	7878.57	3859.72	6415.84	8.65	282.7(53.0)
5	S	7648.77	548.42	495.65	7648.73	5542.16	5002.06	10.10	282.7(53.0)
6	S	7878.50	445.61	742.10	7878.57	3859.72	6415.84	8.65	282.7(53.0)
7	S	6466.67	776.57	1279.70	6466.79	3789.44	6266.34	4.89	282.7(53.0)
8	S	-217.72	776.57	1279.70	-217.51	2908.95	4816.03	3.76	282.7(53.0)
9	S	6186.30	1324.06	554.87	6186.12	6711.13	2826.00	5.07	282.7(53.0)
10	S	6466.67	776.57	1279.70	6466.79	3789.44	6266.34	4.89	282.7(53.0)
11	S	6186.30	1324.06	554.87	6186.12	6711.13	2826.00	5.07	282.7(53.0)
12	S	6466.67	776.57	1279.70	6466.79	3789.44	6266.34	4.89	282.7(53.0)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	64.3	1.6	0.00300	52.8	38.4	-0.00356	-52.8	-38.4
2	0.00350	55.3	1.6	0.00274	52.8	38.4	-0.00706	-52.8	-38.4
3	0.00350	50.3	1.6	0.00299	38.4	52.8	-0.00364	-38.4	-52.8
4	0.00350	64.3	1.6	0.00300	52.8	38.4	-0.00356	-52.8	-38.4
5	0.00350	50.3	1.6	0.00299	38.4	52.8	-0.00364	-38.4	-52.8
6	0.00350	64.3	1.6	0.00300	52.8	38.4	-0.00356	-52.8	-38.4
7	0.00350	64.1	37.2	0.00296	52.8	38.4	-0.00410	-52.8	-38.4
8	0.00350	64.1	37.2	0.00266	52.8	38.4	-0.00839	-52.8	-38.4
9	0.00350	29.0	67.5	0.00295	20.2	62.1	-0.00421	-20.2	-62.1
10	0.00350	64.1	37.2	0.00296	52.8	38.4	-0.00410	-52.8	-38.4
11	0.00350	29.0	68.7	0.00295	20.2	62.1	-0.00421	-20.2	-62.1
12	0.00350	64.1	36.3	0.00296	52.8	38.4	-0.00410	-52.8	-38.4

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000043245	0.000025967	-0.000283170	----	----
2	0.000055703	0.000051000	-0.002164311	----	----
3	0.000034212	0.000037855	-0.000326828	----	----
4	0.000043245	0.000025967	-0.000283170	----	----
5	0.000034212	0.000037855	-0.000326828	----	----
6	0.000043245	0.000025967	-0.000283170	----	----
7	0.000046367	0.000028137	-0.000567756	----	----
8	0.000072575	0.000044041	-0.002866975	----	----
9	0.000021287	0.000050796	-0.000630681	----	----
10	0.000046367	0.000028137	-0.000567756	----	----
11	0.000021287	0.000050796	-0.000630681	----	----
12	0.000046367	0.000028137	-0.000567756	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.85	63.5	0.0	20.8	-52.8	-38.4	----	----
2	S	2.09	63.1	0.0	-18.8	-52.8	-38.4	1455	42.4
3	S	3.59	48.3	0.0	22.2	-38.4	-52.8	----	----
4	S	3.85	63.5	0.0	20.8	-52.8	-38.4	----	----
5	S	3.59	48.3	0.0	22.2	-38.4	-52.8	----	----
6	S	3.85	63.5	0.0	20.8	-52.8	-38.4	----	----
7	S	4.03	65.1	0.0	11.1	-52.8	-38.4	----	----
8	S	2.84	65.1	0.0	-32.7	-52.8	-38.4	1757	49.5
9	S	3.75	32.8	0.0	10.3	-20.2	-62.1	----	----
10	S	3.94	65.1	0.0	9.7	-52.8	-38.4	----	----
11	S	3.90	30.1	0.0	8.4	-20.2	-62.1	----	----
12	S	3.98	65.6	0.0	9.2	-52.8	-38.4	----	----

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00011	0	0.833	30.0	82	0.00006 (0.00006)	570	0.032 (990.00)	980.46	1527.57
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	-0.00019	0	0.833	30.0	82	0.00010 (0.00010)	581	0.057 (990.00)	804.78	1411.05
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	3.85	63.5	0.0	20.8	-52.8	-38.4	---	---
2	S	2.09	63.1	0.0	-18.8	-52.8	-38.4	1455	42.4
3	S	3.85	63.5	0.0	20.8	-52.8	-38.4	---	---
4	S	3.85	63.5	0.0	20.8	-52.8	-38.4	---	---
5	S	3.85	63.5	0.0	20.8	-52.8	-38.4	---	---
6	S	3.85	63.5	0.0	20.8	-52.8	-38.4	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00011	0	0.833	30.0	82	0.00006 (0.00006)	570	0.032 (0.20)	980.46	1527.57
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00


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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.70	75.0	0.0	20.2	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.47	75.0	0.0	16.8	-65.3	0.0	---	---
3	S	1.70	75.0	0.0	20.2	-65.3	0.0	---	---
4	S	1.70	75.0	0.0	20.2	-65.3	0.0	---	---
5	S	1.70	75.0	0.0	20.2	-65.3	0.0	---	---
6	S	1.70	75.0	0.0	20.2	-65.3	0.0	---	---

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

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



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305003</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	56674	2194	1983	56321	56623	
E_103x_SLV_q=1_66	36577	<b>6416</b>	2673	106789	48824	
E_103y_SLV_q=1_67	36577	3442	<b>6630</b>	37623	152946	
E_103x_SLV_q=1_66	36577	6416	2673	106789	48824	
E_103y_SLV_q=1_67	36577	3442	6630	37623	152946	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T <sub>x</sub>	6416	3442
sollecitazione massima direzione y	T <sub>y</sub>	2673	6630
vettore complessivo, singolo palo	T	579	623

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	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	110.4	cm
larghezza biella	bw	126.1	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	4436	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	1221	kN
taglio resisistente	V <sub>r</sub>	1221	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	623	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.51	

## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	290 kg/mc
Plinto di fondazione	180 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 140 kg/mc