

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 - P4*

SCALA:

-

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


**RS3U    40    D    09    CL    VI0305    002    B**

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

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


File: RS3U40D09CLVI0305002B

n. Elab.: 09\_041\_1

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
3.	MATERIALI .....	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	9
4.	DATI DI BASE .....	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	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> .....	37
5.7.4	<i>Check analisi statica</i> .....	38
5.7.5	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	39
5.7.6	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	40
6.	SOLLECITAZIONI .....	41
6.1	Combinazioni di carico .....	41
6.1.1	<i>Configurazione 1</i> .....	41
6.1.2	<i>Configurazione 2</i> .....	47

 <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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

6.1.3	Configurazione 3 .....	53
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	59
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	59
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	65
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	68
8.	FUSTO PILA .....	68
8.1	Modellazione .....	70
8.2	Verifica a presso flessione .....	71
8.3	Verifica a taglio .....	82
8.4	Verifica minimi di armatura .....	83
8.5	Verifica spostamenti.....	85
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	88
9.1	Dimensionamento armature .....	90
9.2	Verifica a presso-flessione.....	91
9.2.1	Direzione trasversale.....	91
9.2.2	Direzione longitudinale.....	96
9.3	Verifica a punzonamento .....	101
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	102
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	102
10.2	Verifica strutturale .....	102
10.3	Verifica a taglio .....	110
11.	INCIDENZE .....	111

	<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 <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle Pile del viadotto ferroviario 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 4 che rappresenta la tipologica per le pile di altezza inferiore a 18.5m, ce variazione dei luce 25-40m.

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 12x12, 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 9 e disposti ad interessa minimi di 4.5m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.50 m.

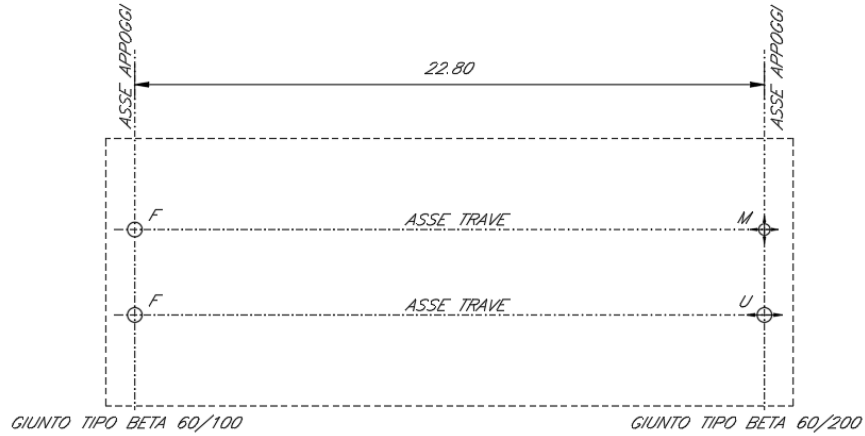
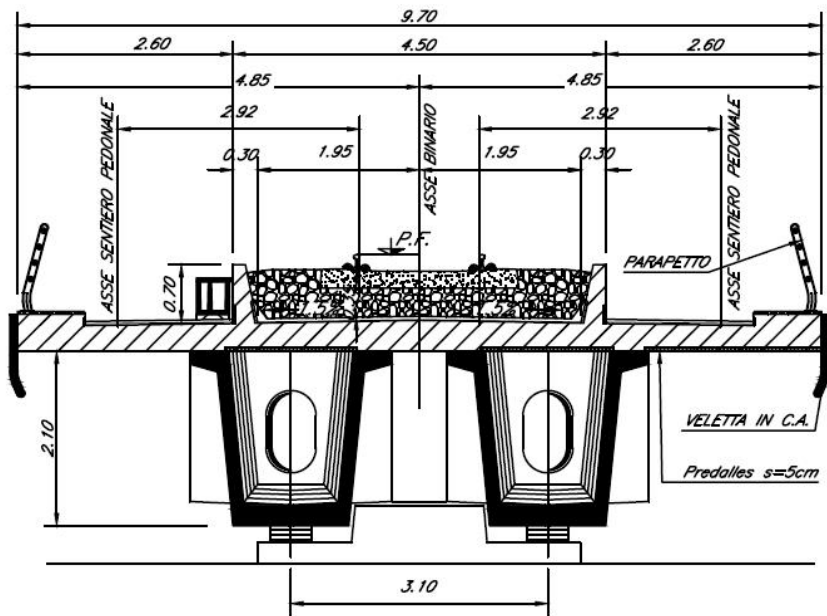


Figura 1: schema appoggi impalcato sx e dx



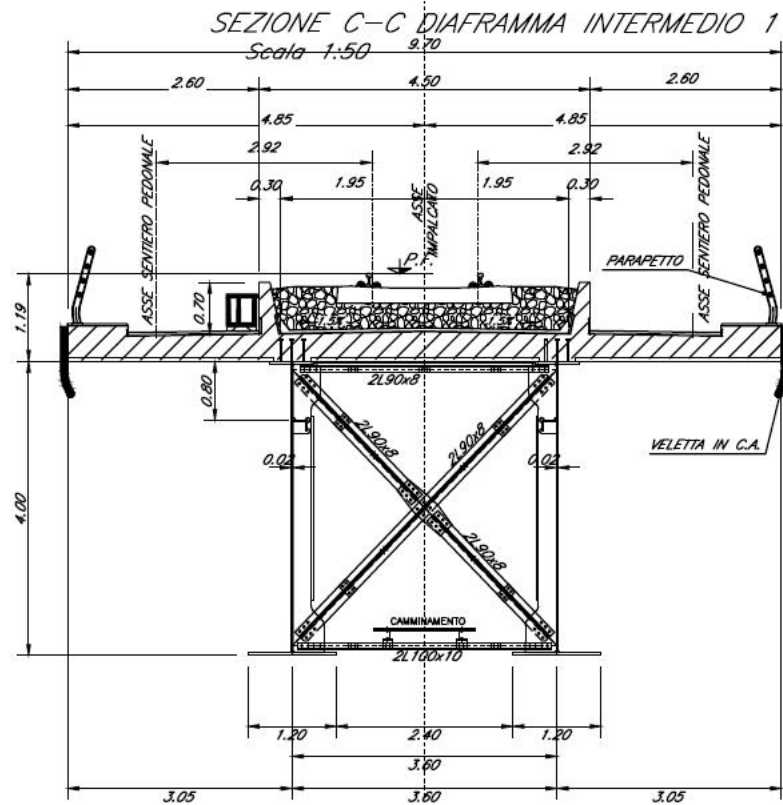
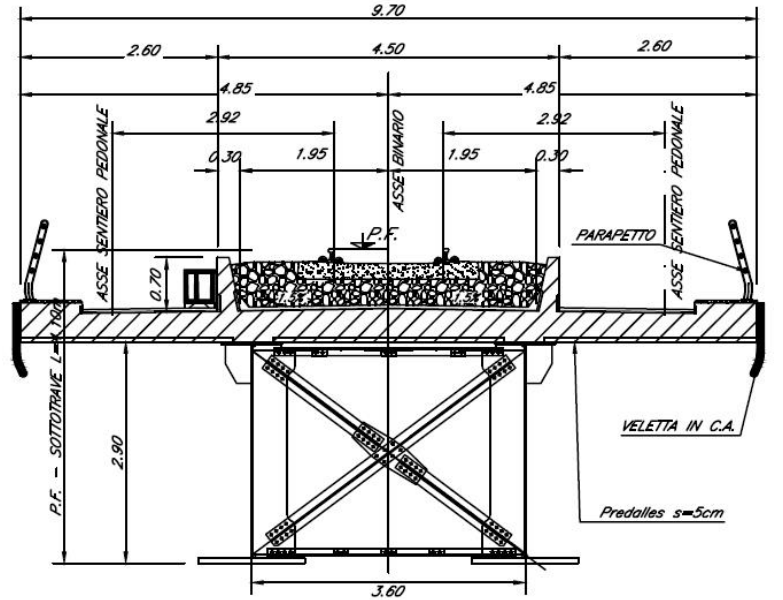


Figura 2: sezione trasversale impalcato

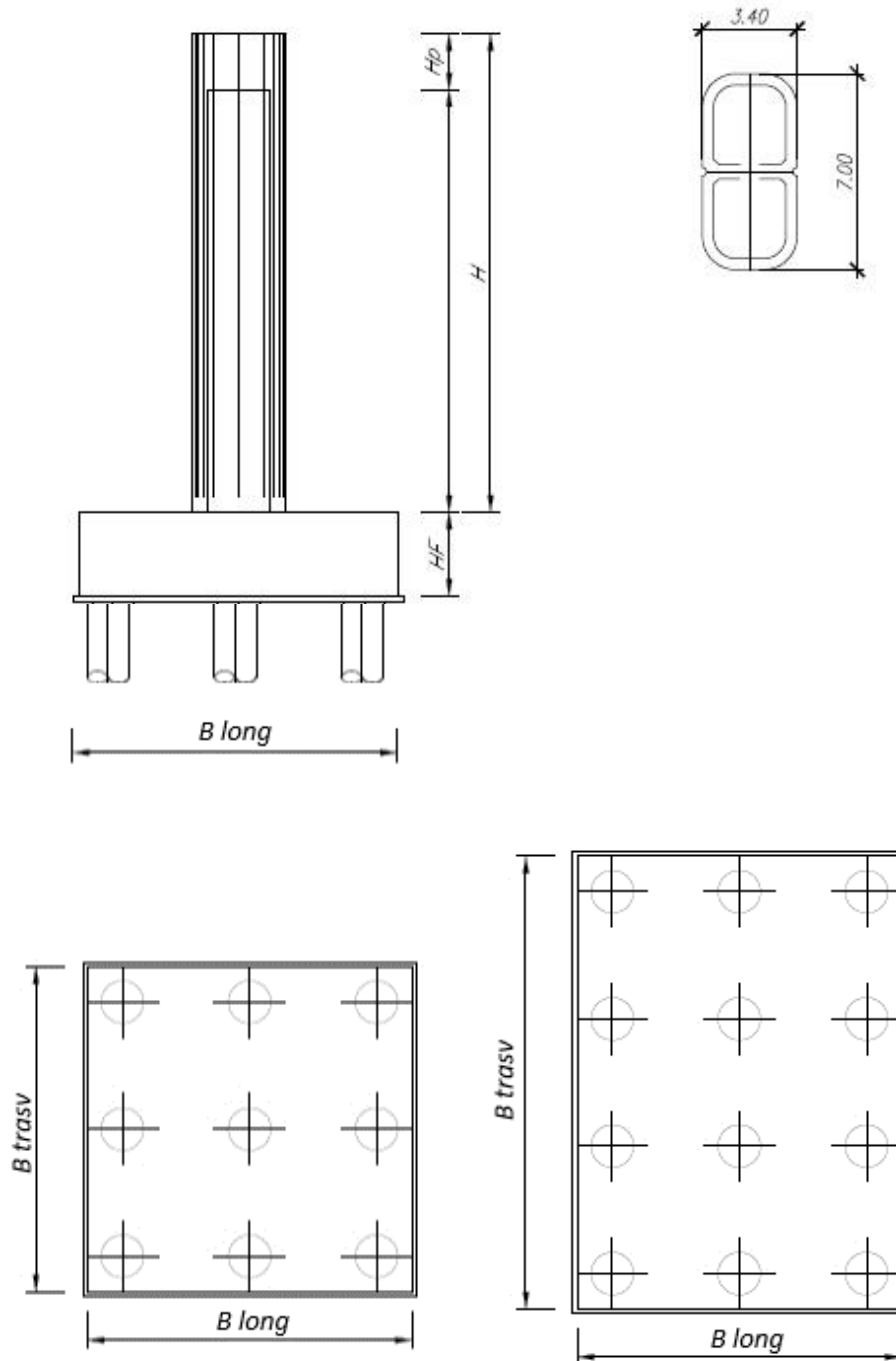



Figura 3: pianta, sezione e prospetti pile

 <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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

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

## 3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:


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

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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



 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

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

### 3.1 Verifiche SLE

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

#### 3.1.1 Verifiche tensionali

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

#### tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

### 3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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


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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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 18.50m. 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	18.5	m	
tipologia di sezione				<b>rettangolare</b>		
larghezza trasversale pila			b	7.000	m	
larghezza longitudinale pila			d	3.400	m	
raggio angolo esterno			r	1	m	
area della sezione			A	8.299	m <sup>2</sup>	
inerzia sezione direzione trasversale			I11	37.308	m <sup>4</sup>	
inerzia sezione direzione longitudinale			I22	12.621	m <sup>4</sup>	
calcestruzzo			fck	32	MPa	
massa pulvino			mp	3424	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 vulume del terreno			y	19	kN/3	
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.			il	1.2		
interasse tra i binari (se singolo 0)			ib	4	m	
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila			a	2	m	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

#### 4.2 Modelli di analisi e verifica

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

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

#### 4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Azioni		$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	(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	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>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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:

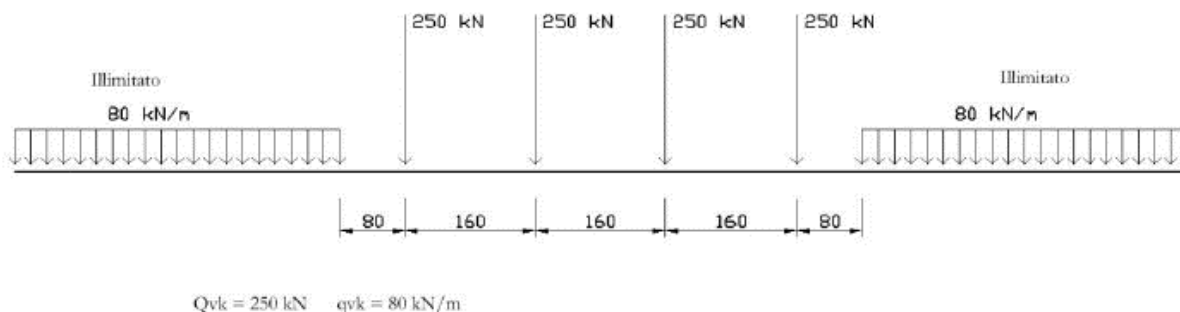
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4514	557
scarichi estradosso Pila - G2	3879	954
scarichi estradosso Fondazione - G1	9127	557
scarichi estradotto Fondazione - G2	3879	954
scarichi sui Pali - G1	28942	557
scarichi sui Pali - G2	3879	954

## 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;

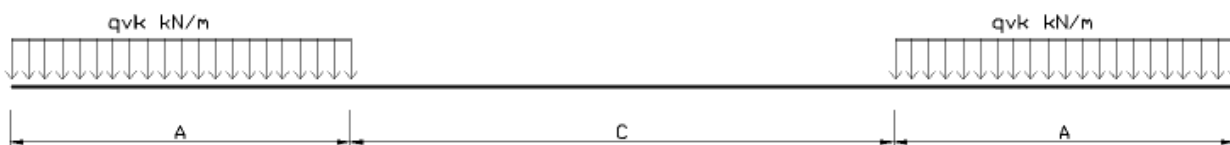
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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	4479	619	448
COMBO ML	3042	3651	304
COMBO MT	4479	619	448

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

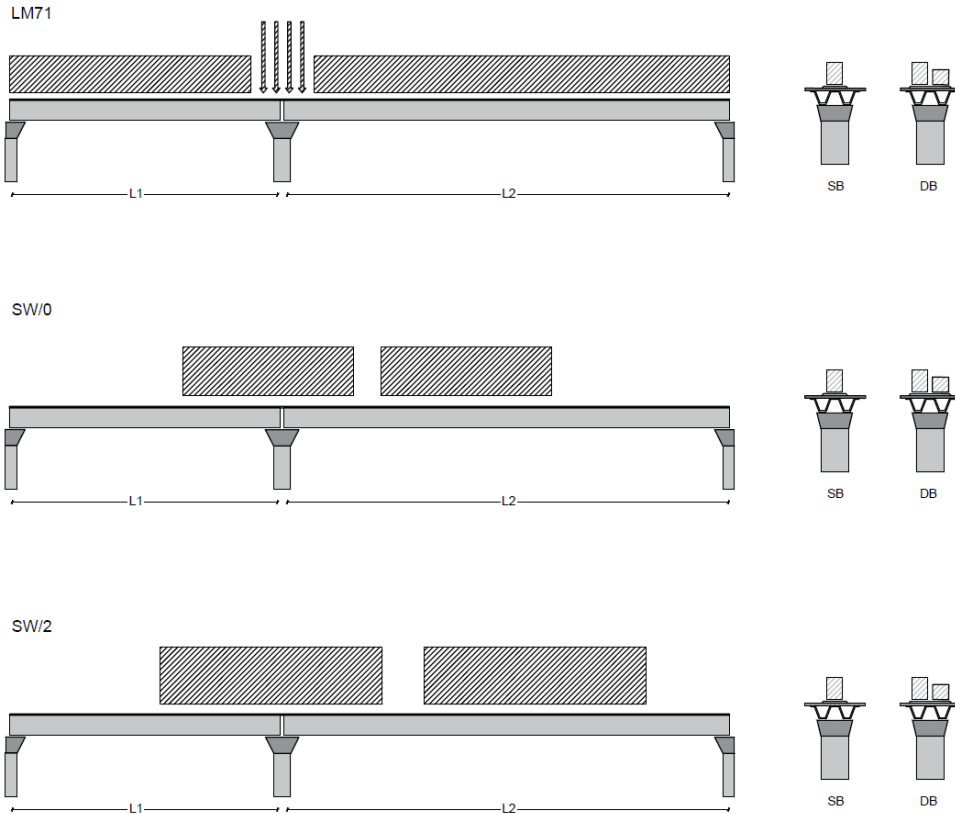


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

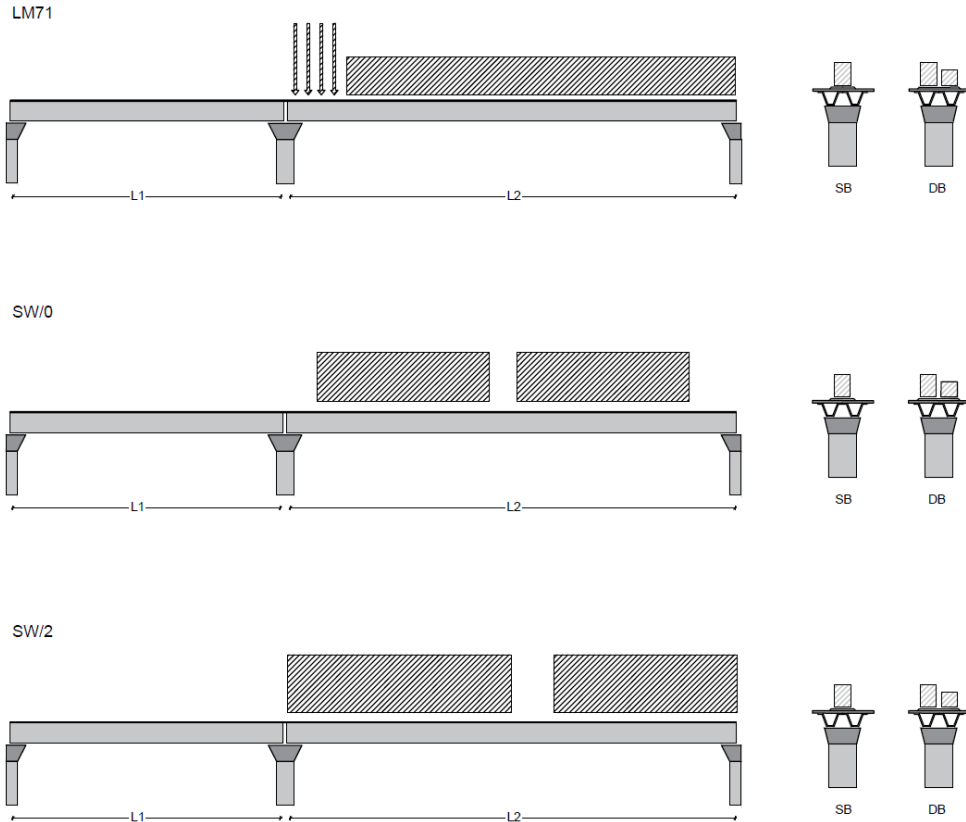


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

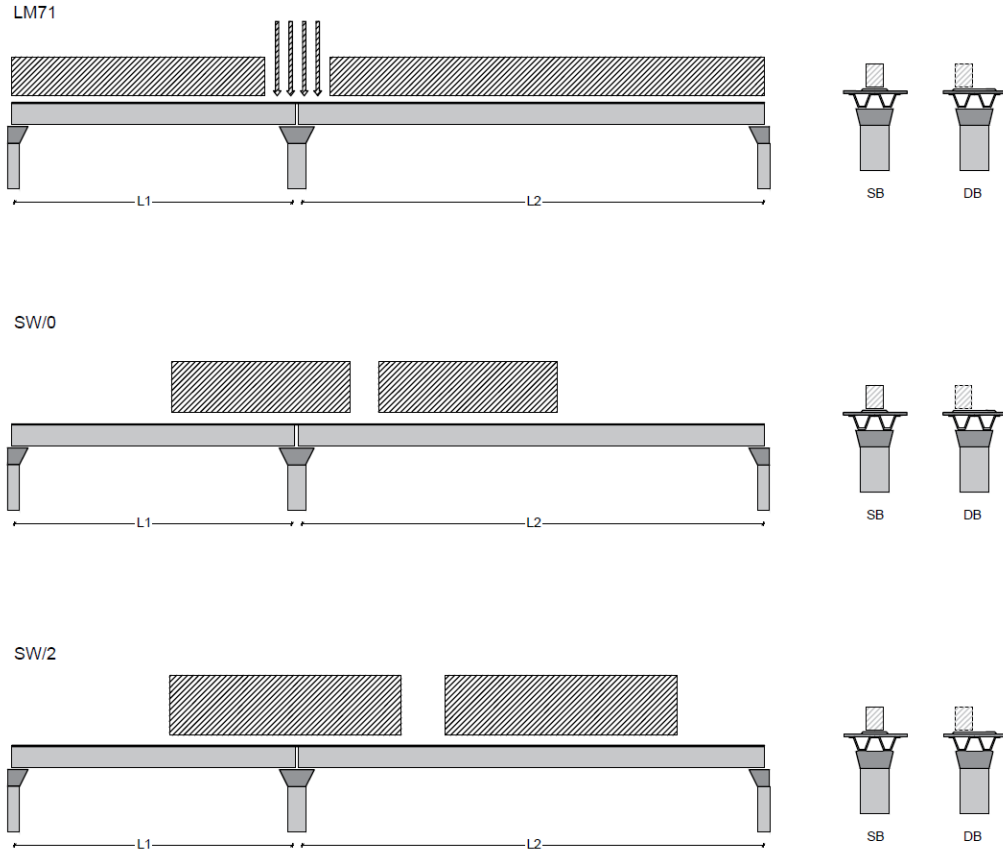



Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale



 <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 – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
<b>LM71 e SW/0</b>							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, $\alpha$ , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
<b>LM71 caso a</b>							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	<b>39.3</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>12.6</b>	kN/m
<b>LM71 caso b</b>							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	


	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	300.5	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	96.2	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	<b>47.5</b>	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>15.2</b>	kN/m
<b>SW/2</b>						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di $\alpha$ pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	<b>180.32</b>	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>13.52</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	13.522361	0	13.5224	434.7439	2451.96


 <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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.2 Serpeggio

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				<b>Singolo</b>	
combinazione treni				<b>SW/2</b>	
posizionamento vincolo fissi				<b>caso peggiore</b>	
estradosso pulvino sommità binario		H	<b>0.45</b>	m	
lunghezza del binario		L	<b>40</b>	m	

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

#### FENATURA

LM/71					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	40	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	880	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	35.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	776.6	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	33		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1155		

#### AVVIAMENTO

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.6.4 Forza d'attrito

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

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		h	0.45	m
lunghezza del binario		L	40	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>4514</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>3879</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>5951</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>305.2</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>137.3</b>	kN/m

#### 5.6.5 Azione del Vento

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

velocità di base di riferimento slm	Vbo	<b>28</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>500</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>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	18.5	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	18.95	m
	altezza di riferimento	z	22.935	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.90	
	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	1556.01	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.97	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.97	m
		d/h	1.21706	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.06531	
	forza trasversale	fx	25.6	
	forza equivalente in testa pila	Fx	823.4	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	3652.0	kn/m


ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.85	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.23567			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.06019			
	forza trasversale	fx	25.2			
	forza equivalente in testa pila	Fx	611.5	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2675.3	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	18.5	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.75674			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1556.01	n/m2		
			1.55601	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	5669023			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.001			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.92338	
	rapporto geometrico	l/b	2.64286	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2.64286	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64014	
	forza trasversale	f tras	<b>1.6</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>30.2</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>11.1</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	0.92338	
	rapporto geometrico	l/b	5.44118	
	snellezza effettiva	$\lambda$	5.44118	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.66996	
	forza longitudinale	f lon	1.63232	
	forza equivalente in testa pila	F lon	30.1979	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	11.1	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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

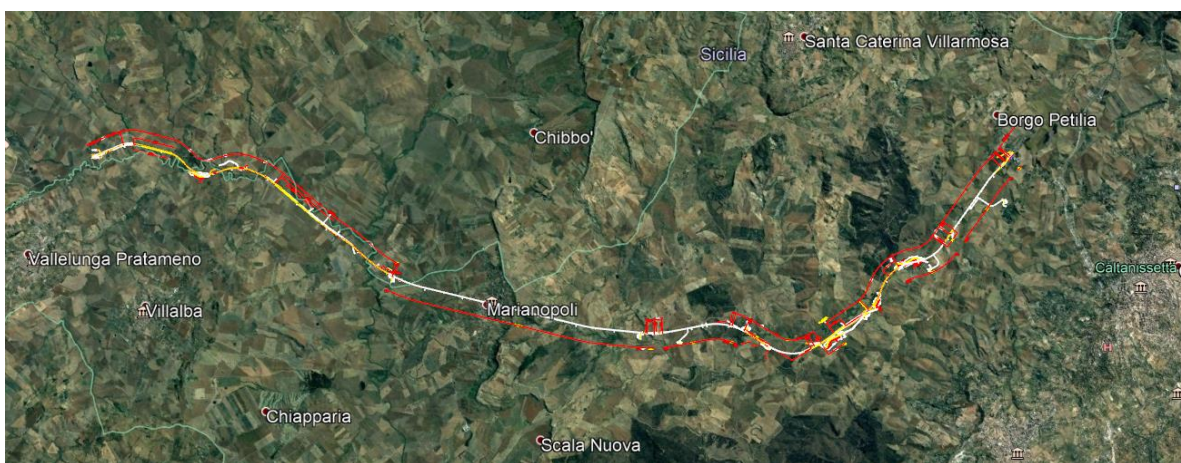


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta


Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Nodi del reticolo intorno al sito





Controllo sul reticolo

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

Interpolazione

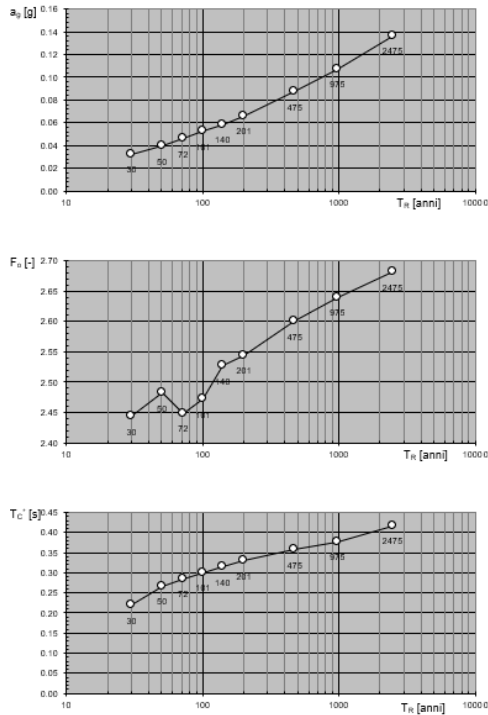
superficie rigata

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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

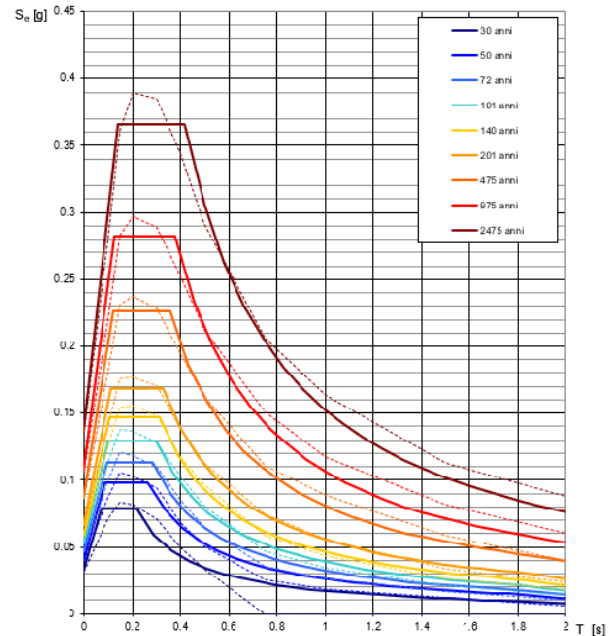
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

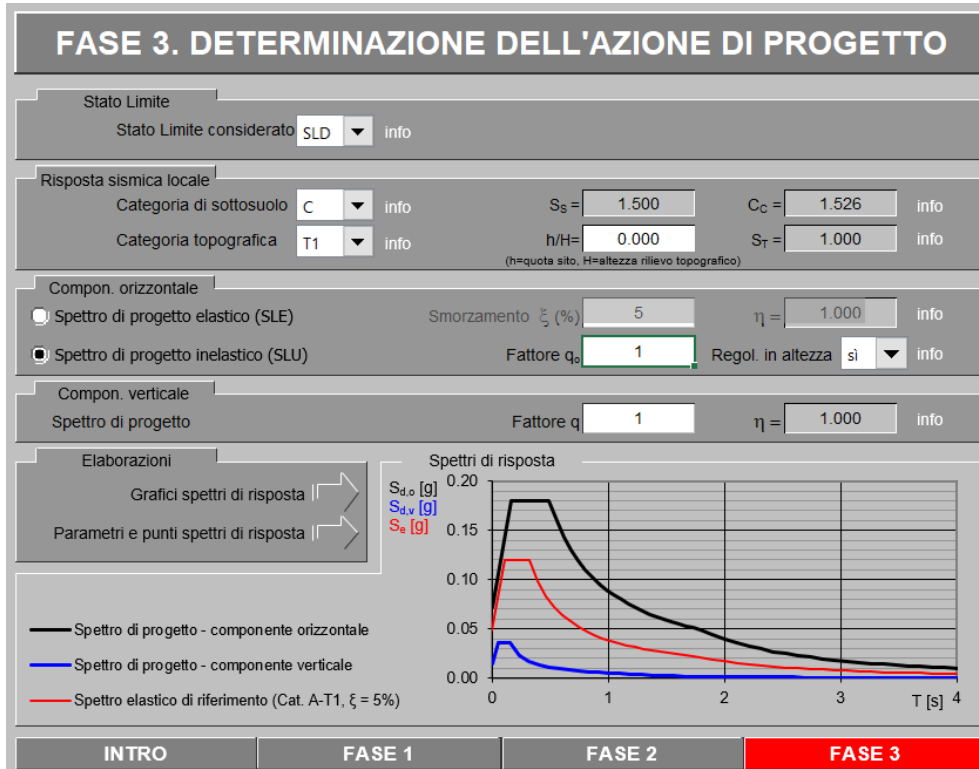
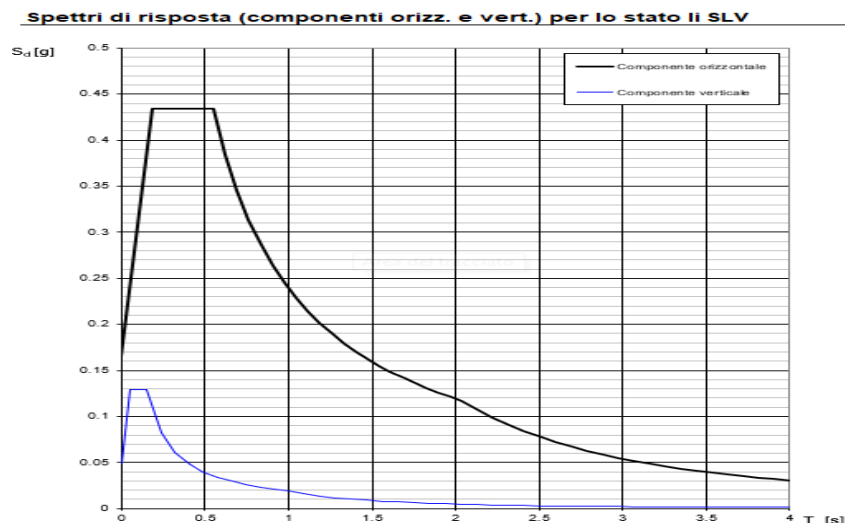


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



La verifica dell' 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  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,072
$T_B$	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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.7.4 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>					
massa treno per direzione long			Com Nmax	6085	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1217	kN
				0	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	10869	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	2174	kN
massa pulvino			Mpul	1190	kN
massa pila			Mpila	3424	kN
massa efficace pila			Mpe	2331	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	13200	kN
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -157.4 KN</b>	

<b>Direzione Trasversale</b>					
massa treno per direzione long			Com Mmax	4479	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	896	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	8393	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	9288	kN
massa pulvino			Mpul	1190	kN
massa pila			Mpila	3424	kN
massa efficace pila			Mpe	2331	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv			Mtot tras	11620	kN
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -473.5 KN</b>	

<b>Direzione Verticale</b>					
massa treno per direzione long			Com Mmax	4479	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	896	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	8393	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	9288	kN
massa pulvino			Mpul	1190	kN
massa pila			Mpila	3424	kN
massa efficace pila			Mpe	2331	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	11620	kN
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -473.5 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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

5.7.5 *Analisi statica equivalente*

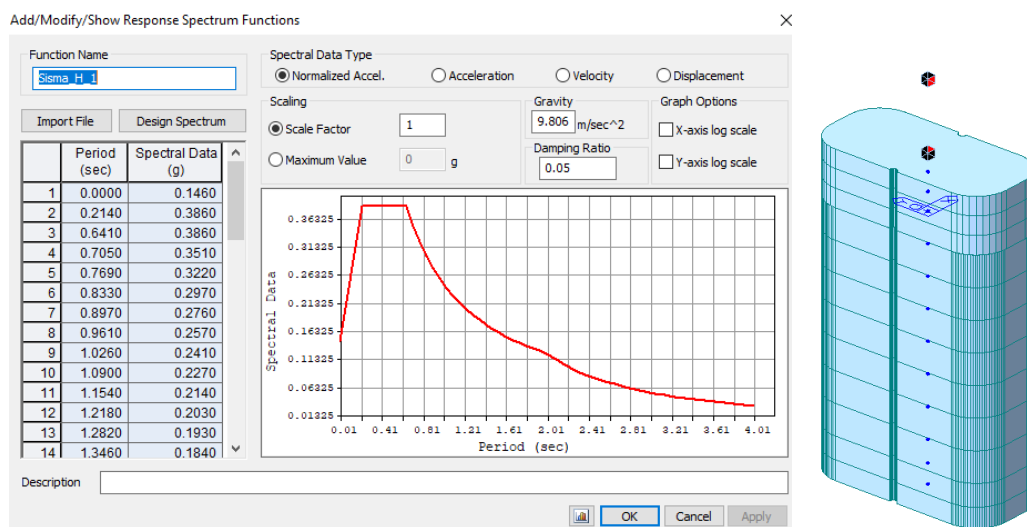
area della sezione		A	8.30	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	37.31	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	12.62	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila		E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	18.50	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof		H <sub>e</sub>	18.95	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	2.0E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	1.0E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	1.3E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.54	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.72	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.06	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.26	0.26	0.39	0.18	g
accelerazione componente longitudinale	0.23	0.23	0.35	0.13	g
accelerazione componente verticale	0.11	0.11	0.11	0.04	g
Sforzo assiale	1419	1419	1419	463	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3375	3713	5063	2353	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	3438	3782	5157	1913	kN
Momento flessionale trasversale	73377	80715	110065	51148	kN m
Momento flessionale longitudinale	65400	71915	97974	36401	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	1387.17	3085.81	2804.72	65836.38	53851.93
SISMA q=1	1387.17	4632.23	4203.21	98880.19	80735.2
SISMA sld	449.55	2069.19	1501.81	44140.72	28745.98

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 – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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	18405.9	837.375	949.924	3457.16	4348.52	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	12352.8	0	732.014	2315.38	3601.07	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	18405.9	1674.75	634.735	3833.98	2570.85	
A1_SLU_gr4_centrif_4	17107.1	1339.8	777.093	3503.81	3486.53	
A1_SLU_gr1+vento_5	18405.9	864.553	1527.45	3457.16	6756.3	
A1_SLU_gr2+vento_6	12352.8	27.1781	1309.54	2315.38	6008.85	
A1_SLU_gr3+vento_7	18405.9	1701.93	1212.26	3833.98	4978.63	
A1_SLU_gr4+vento_8	17107.1	1366.98	1354.62	3503.81	5894.32	
A1_SLU_vento_gr1_9	17107.1	715.197	1685.08	3202.36	7474.95	
A1_SLU_vento_gr2_10	12264.7	45.2969	1545.62	2288.93	6892.69	
A1_SLU_vento_gr3_11	17107.1	1385.1	1432.93	3503.81	6052.82	
A1_SLU_vento_gr4_12	17107.1	1385.1	1739.64	3503.81	7499.5	
SLE_rar_gr1_Treno_14	12871.3	577.5	599.406	2389.75	2973.91	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	8696.74	0	499.218	1602.32	2480.97	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	12871.3	1155	382.034	2649.63	1747.93	
SLE_rar_gr4_centrif_17	11975.6	924	490.961	2421.93	2384.27	
SLE_rar_gr1+vento_18	12871.3	595.619	984.425	2389.75	4579.09	
SLE_rar_gr2+vento_19	8696.74	18.1188	884.237	1602.32	4086.16	
SLE_rar_gr3+vento_20	12871.3	1173.12	767.053	2649.63	3353.12	
SLE_rar_gr4+vento_21	11975.6	942.119	875.979	2421.93	3989.46	
SLE_rar_vento_gr1_22	11975.6	492.198	1104.03	2214.03	5046.7	
SLE_rar_vento_gr2_23	8635.94	30.1979	1039.9	1584.08	4659.56	
SLE_rar_vento_gr3_24	11975.6	954.198	930.128	2421.93	4065.92	
SLE_rar_vento_gr4_25	11975.6	954.198	1132.66	2421.93	5059.58	

SLE_fre_gr1_Treno_27	11975.6	462	443.239	2214.03	2362.8
SLE_fre_gr2_Scarico_28	8635.94	0	389.805	1584.08	1980.47
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	11975.6	924	269.341	2421.93	1382.01
SLE_fre_gr4_centrif_30	11975.6	924	467.1	2421.93	2373.53
SLE_fre_gr1+vento_31	11975.6	468.04	571.578	2214.03	2897.86
SLE_fre_gr2+vento_32	8635.94	6.03958	518.144	1584.08	2515.53
SLE_fre_gr3+vento_33	11975.6	930.04	397.681	2421.93	1917.08
SLE_fre_gr4+vento_34	11975.6	930.04	595.439	2421.93	2908.6
SLE_fre_vento_gr1_35	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1
SLE_fre_vento_gr2_36	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1
SLE_fre_vento_gr3_37	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1
SLE_fre_vento_gr4_38	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1
SLE_fre_gr1_temp39	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_fre_gr2_temp40	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_fre_gr3_temp41	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_fre_gr3_temp42	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_qp_gr1_Treno_44	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_45	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_47	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr2+vento_49	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr3+vento_50	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr4+vento_51	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr1_52	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr2_53	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr3_54	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr4_55	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr1_temp56	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp57	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp58	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp59	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_60	8808.89	2810.76	1101.73	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	8808.89	847.456	3261.8	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	9779.91	847.456	1101.73	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	8808.89	3091.23	1194.31	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	8808.89	931.597	3570.38	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	9779.91	931.597	1194.31	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	8808.89	4209.25	1565.66	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	8808.89	1267	4808.22	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	9779.91	1267	1565.66	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	8527.6	1507.85	796.745	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	8527.6	456.583	2245.18	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	8842.29	456.583	796.745	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	24634.1	837.375	949.924	18948.6	21922.1
A1_SLU_gr2_Scarico_2	18581	0	732.014	2315.38	17143.3
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	24634.1	1674.75	634.735	34816.9	14313.4
A1_SLU_gr4_centrif_4	23335.3	1339.8	777.093	28290.1	17862.7
A1_SLU_gr1+vento_5	24634.1	864.553	1527.45	19451.4	35014.2
A1_SLU_gr2+vento_6	18581	27.1781	1309.54	2818.17	30235.4
A1_SLU_gr3+vento_7	24634.1	1701.93	1212.26	35319.7	27405.5
A1_SLU_gr4+vento_8	23335.3	1366.98	1354.62	28792.9	30954.8
A1_SLU_vento_gr1_9	23335.3	715.197	1685.08	16433.5	38649
A1_SLU_vento_gr2_10	18492.9	45.2969	1545.62	3126.92	35486.6
A1_SLU_vento_gr3_11	23335.3	1385.1	1432.93	29128.1	32562
A1_SLU_vento_gr4_12	23335.3	1385.1	1739.64	29128.1	39682.8
SLE_rar_gr1_Treno_14	17484.8	577.5	599.406	13073.5	14062.9
SLE_rar_gr2_Scarico_15	13310.2	0	499.218	1602.32	11716.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	17484.8	1155	382.034	24017.1	8815.56
SLE_rar_gr4_centrif_17	16589.1	924	490.961	19515.9	11467
SLE_rar_gr1+vento_18	17484.8	595.619	984.425	13408.7	22791
SLE_rar_gr2+vento_19	13310.2	18.1188	884.237	1937.51	20444.5
SLE_rar_gr3+vento_20	17484.8	1173.12	767.053	24352.3	17543.6
SLE_rar_gr4+vento_21	16589.1	942.119	875.979	19851.1	20195.1
SLE_rar_vento_gr1_22	16589.1	492.198	1104.03	11319.7	25471.2
SLE_rar_vento_gr2_23	13249.4	30.1979	1039.9	2142.74	23897.8
SLE_rar_vento_gr3_24	16589.1	954.198	930.128	20074.6	21273.3
SLE_rar_vento_gr4_25	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8
SLE_fre_gr1_Treno_27	16589.1	462	443.239	10761	10562.7
SLE_fre_gr2_Scarico_28	13249.4	0	389.805	1584.08	9191.86
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	16589.1	924	269.341	19515.9	6364.83
SLE_fre_gr4_centrif_30	16589.1	924	467.1	19515.9	11014.9
SLE_fre_gr1+vento_31	16589.1	468.04	571.578	10872.8	13472.1
SLE_fre_gr2+vento_32	13249.4	6.03958	518.144	1695.81	12101.2
SLE_fre_gr3+vento_33	16589.1	930.04	397.681	19627.7	9274.17
SLE_fre_gr4+vento_34	16589.1	930.04	595.439	19627.7	13924.2
SLE_fre_vento_gr1_35	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3

SLE_fre_vento_gr2_36	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3
SLE_fre_vento_gr3_37	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3
SLE_fre_vento_gr4_38	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3
SLE_fre_gr1_temp39	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_fre_gr2_temp40	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_fre_gr3_temp41	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_fre_gr3_temp42	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_qp_gr1_Treno_44	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr2_Scarico_45	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr4_centrif_47	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr1+vento_48	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr2+vento_49	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr3+vento_50	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr4+vento_51	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr1_52	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr2_53	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr3_54	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr4_55	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr1_temp56	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr2_temp57	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr3_temp58	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr3_temp59	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
E_103x_SLV_q=1.5_60	13422.4	2810.76	1101.73	55363	20307.4
E_103y_SLV_q=1.5_61	13422.4	847.456	3261.8	17666.7	66392.9
E_103z_SLV_q=1.5_62	14393.4	847.456	1101.73	17666.7	20307.4
E_103x_SLV_q=1.36_63	13422.4	3091.23	1194.31	60748.2	22282.5
E_103y_SLV_q=1.36_64	13422.4	931.597	3570.38	19282.3	72976.5
E_103z_SLV_q=1.36_65	14393.4	931.597	1194.31	19282.3	22282.5
E_103x_SLV_q=1_66	13422.4	4209.25	1565.66	82246.3	30220.6
E_103y_SLV_q=1_67	13422.4	1267	4808.22	25731.7	99436.7
E_103z_SLV_q=1_68	14393.4	1267	1565.66	25731.7	30220.6
E_103x_SLD_q=1_69	13141.1	1507.85	796.745	30257.1	13798.7
E_103y_SLD_q=1_70	13141.1	456.583	2245.18	10134.9	44697.2
E_103z_SLD_q=1_71	13455.8	456.583	796.745	10134.9	13798.7

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	51384	837.375	949.924	21460.7	24771.9
A1_SLU_gr2_Scarico_2	45330.9	0	732.014	2315.38	19339.4
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	51384	1674.75	634.735	39841.1	16217.7
A1_SLU_gr4_centrif_4	50085.2	1339.8	777.093	32309.5	20194
A1_SLU_gr1+vento_5	51384	864.553	1527.45	22045.1	39596.5
A1_SLU_gr2+vento_6	45330.9	27.1781	1309.54	2899.71	34164
A1_SLU_gr3+vento_7	51384	1701.93	1212.26	40425.4	31042.3
A1_SLU_gr4+vento_8	50085.2	1366.98	1354.62	32893.8	35018.7
A1_SLU_vento_gr1_9	50085.2	715.197	1685.08	18579.1	43704.2
A1_SLU_vento_gr2_10	45242.7	45.2969	1545.62	3262.81	40123.5
A1_SLU_vento_gr3_11	50085.2	1385.1	1432.93	33283.4	36860.8
A1_SLU_vento_gr4_12	50085.2	1385.1	1739.64	33283.4	44901.8
SLE_rar_gr1_Treno_14	37299.5	577.5	599.406	14806	15861.1
SLE_rar_gr2_Scarico_15	33124.9	0	499.218	1602.32	13214.1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	37299.5	1155	382.034	27482.1	9961.67
SLE_rar_gr4_centrif_17	36403.8	924	490.961	22287.9	12939.9
SLE_rar_gr1+vento_18	37299.5	595.619	984.425	15195.6	25744.2
SLE_rar_gr2+vento_19	33124.9	18.1188	884.237	1991.87	23097.2
SLE_rar_gr3+vento_20	37299.5	1173.12	767.053	27871.7	19844.8
SLE_rar_gr4+vento_21	36403.8	942.119	875.979	22677.5	22823
SLE_rar_vento_gr1_22	36403.8	492.198	1104.03	12796.3	28783.3
SLE_rar_vento_gr2_23	33064.1	30.1979	1039.9	2233.33	27017.5
SLE_rar_vento_gr3_24	36403.8	954.198	930.128	22937.2	24063.7
SLE_rar_vento_gr4_25	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7
SLE_fre_gr1_Treno_27	36403.8	462	443.239	12147	11892.4
SLE_fre_gr2_Scarico_28	33064.1	0	389.805	1584.08	10361.3
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	36403.8	924	269.341	22287.9	7172.85
SLE_fre_gr4_centrif_30	36403.8	924	467.1	22287.9	12416.2
SLE_fre_gr1+vento_31	36403.8	468.04	571.578	12276.9	15186.8
SLE_fre_gr2+vento_32	33064.1	6.03958	518.144	1713.93	13655.6
SLE_fre_gr3+vento_33	36403.8	930.04	397.681	22417.8	10467.2
SLE_fre_gr4+vento_34	36403.8	930.04	595.439	22417.8	15710.5
SLE_fre_vento_gr1_35	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79
SLE_fre_vento_gr2_36	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79

SLE_fre_vento_gr3_37	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79
SLE_fre_vento_gr4_38	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79
SLE_fre_gr1_temp39	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_fre_gr2_temp40	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_fre_gr3_temp41	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_fre_gr3_temp42	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_qp_gr1_Treno_44	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr2_Scarico_45	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr4_centrif_47	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr1+vento_48	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr2+vento_49	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr3+vento_50	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr4+vento_51	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr1_52	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr2_53	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr3_54	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr4_55	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr1_temp56	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr2_temp57	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr3_temp58	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr3_temp59	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
E_103x_SLV_q=1.5_60	33479.5	4971.44	1749.93	70277.4	25557.2
E_103y_SLV_q=1.5_61	33479.5	3008.14	3910	26691.1	78122.9
E_103z_SLV_q=1.5_62	35016.2	3008.14	1749.93	26691.1	25557.2
E_103x_SLV_q=1.36_63	33479.5	5251.91	1842.51	76504	27810
E_103y_SLV_q=1.36_64	33479.5	3092.28	4218.58	28559.1	85632.3
E_103z_SLV_q=1.36_65	35016.2	3092.28	1842.51	28559.1	27810
E_103x_SLV_q=1_66	33479.5	6369.93	2213.86	101356	36862.1
E_103y_SLV_q=1_67	33479.5	3427.68	5456.42	36014.7	115806
E_103z_SLV_q=1_68	35016.2	3427.68	2213.86	36014.7	36862.1
E_103x_SLD_q=1_69	33039.7	2572.78	1116.22	37975.4	17147.4
E_103y_SLD_q=1_70	33039.7	1521.52	2564.66	14699.5	52391.2
E_103z_SLD_q=1_71	33550.1	1521.52	1116.22	14699.5	17147.4

6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	16323.5	837.375	874.957	7853.68	4106.54
A1_SLU_gr2_Scarico_73	12352.8	0	732.014	2315.38	3601.07
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	16323.5	1674.75	559.768	8230.5	2328.87
A1_SLU_gr4_centrif_75	15441.2	1339.8	717.119	7021.03	3292.95
A1_SLU_gr1+vento_76	16323.5	864.553	1452.49	7853.68	6514.32
A1_SLU_gr2+vento_77	12352.8	27.1781	1309.54	2315.38	6008.85
A1_SLU_gr3+vento_78	16323.5	1701.93	1137.3	8230.5	4736.65
A1_SLU_gr4+vento_79	15441.2	1366.98	1294.65	7021.03	5700.73
A1_SLU_vento_gr1_80	15441.2	715.197	1637.1	6719.57	7286.77
A1_SLU_vento_gr2_81	12264.7	45.2969	1545.62	2288.93	6892.69
A1_SLU_vento_gr3_82	15441.2	1385.1	1384.95	7021.03	5864.63
A1_SLU_vento_gr4_83	15441.2	1385.1	1679.67	7021.03	7305.92
SLE_rar_gr1_Treno_85	11435.1	577.5	564.938	5421.84	2814.78
SLE_rar_gr2_Scarico_86	8696.74	0	499.218	1602.32	2480.97
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	11435.1	1155	347.567	5681.71	1588.8
SLE_rar_gr4_centrif_88	10826.6	924	463.386	4847.59	2256.97
SLE_rar_gr1+vento_89	11435.1	595.619	949.957	5421.84	4419.97
SLE_rar_gr2+vento_90	8696.74	18.1188	884.237	1602.32	4086.16
SLE_rar_gr3+vento_91	11435.1	1173.12	732.585	5681.71	3193.99
SLE_rar_gr4+vento_92	10826.6	942.119	848.405	4847.59	3862.16
SLE_rar_vento_gr1_93	10826.6	492.198	1081.97	4639.69	4921.88
SLE_rar_vento_gr2_94	8635.94	30.1979	1039.9	1584.08	4659.56
SLE_rar_vento_gr3_95	10826.6	954.198	908.069	4847.59	3941.1
SLE_rar_vento_gr4_96	10826.6	954.198	1105.08	4847.59	4932.28
SLE_fre_gr1_Treno_98	10826.6	462	424.856	4639.69	2239.63
SLE_fre_gr2_Scarico_99	8635.94	0	389.805	1584.08	1980.47
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	10826.6	924	250.958	4847.59	1258.85
SLE_fre_gr4_centrif_101	10826.6	924	444.121	4847.59	2248.3
SLE_fre_gr1+vento_102	10826.6	468.04	553.196	4639.69	2774.69
SLE_fre_gr2+vento_103	8635.94	6.03958	518.144	1584.08	2515.53
SLE_fre_gr3+vento_104	10826.6	930.04	379.298	4847.59	1793.91
SLE_fre_gr4+vento_105	10826.6	930.04	572.461	4847.59	2783.36



SLE_fre_vento_gr1_106	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1
SLE_fre_vento_gr2_107	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1
SLE_fre_vento_gr3_108	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1
SLE_fre_vento_gr4_109	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1
SLE_fre_gr1_temp110	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_fre_gr2_temp111	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_fre_gr3_temp112	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_fre_gr3_temp113	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_qp_gr1_Treno_115	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_116	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_118	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_119	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr2+vento_120	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr3+vento_121	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr4+vento_122	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr1_123	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr2_124	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr3_125	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr4_126	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr1_temp127	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp128	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp129	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp130	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_131	8808.89	2810.76	1101.73	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	8808.89	847.456	3261.8	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	9779.91	847.456	1101.73	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	8808.89	3091.23	1194.31	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	8808.89	931.597	3570.38	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	9779.91	931.597	1194.31	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	8808.89	4209.25	1565.66	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	8808.89	1267	4808.22	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	9779.91	1267	1565.66	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	8531.63	1919.4	881.815	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	8531.63	580.048	2528.75	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	8855.73	580.048	881.815	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	22551.7	837.375	874.957	23345.1	20293.2
A1_SLU_gr2_Scarico_73	18581	0	732.014	2315.38	17143.3
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	22551.7	1674.75	559.768	39213.4	12684.6
A1_SLU_gr4_centrif_75	21669.4	1339.8	717.119	31807.3	16559.6
A1_SLU_gr1+vento_76	22551.7	864.553	1452.49	23847.9	33385.3
A1_SLU_gr2+vento_77	18581	27.1781	1309.54	2818.17	30235.4
A1_SLU_gr3+vento_78	22551.7	1701.93	1137.3	39716.2	25776.6
A1_SLU_gr4+vento_79	21669.4	1366.98	1294.65	32310.1	29651.7
A1_SLU_vento_gr1_80	21669.4	715.197	1637.1	19950.7	37573.2
A1_SLU_vento_gr2_81	18492.9	45.2969	1545.62	3126.92	35486.6
A1_SLU_vento_gr3_82	21669.4	1385.1	1384.95	32645.3	31486.2
A1_SLU_vento_gr4_83	21669.4	1385.1	1679.67	32645.3	38379.7
SLE_rar_gr1_Treno_85	16048.6	577.5	564.938	16105.6	13266.1
SLE_rar_gr2_Scarico_86	13310.2	0	499.218	1602.32	11716.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	16048.6	1155	347.567	27049.2	8018.78
SLE_rar_gr4_centrif_88	15440.1	924	463.386	21941.6	10829.6
SLE_rar_gr1+vento_89	16048.6	595.619	949.957	16440.8	21994.2
SLE_rar_gr2+vento_90	13310.2	18.1188	884.237	1937.51	20444.5
SLE_rar_gr3+vento_91	16048.6	1173.12	732.585	27384.4	16746.8
SLE_rar_gr4+vento_92	15440.1	942.119	848.405	22276.8	19557.7
SLE_rar_vento_gr1_93	15440.1	492.198	1081.97	13745.4	24938.3
SLE_rar_vento_gr2_94	13249.4	30.1979	1039.9	2142.74	23897.8
SLE_rar_vento_gr3_95	15440.1	954.198	908.069	22500.3	20740.4
SLE_rar_vento_gr4_96	15440.1	954.198	1105.08	22500.3	25376.3
SLE_fre_gr1_Treno_98	15440.1	462	424.856	13186.7	10099.5
SLE_fre_gr2_Scarico_99	13249.4	0	389.805	1584.08	9191.86
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	15440.1	924	250.958	21941.6	5901.58
SLE_fre_gr4_centrif_101	15440.1	924	444.121	21941.6	10464.5
SLE_fre_gr1+vento_102	15440.1	468.04	553.196	13298.4	13008.8
SLE_fre_gr2+vento_103	13249.4	6.03958	518.144	1695.81	12101.2
SLE_fre_gr3+vento_104	15440.1	930.04	379.298	22053.3	8810.93
SLE_fre_gr4+vento_105	15440.1	930.04	572.461	22053.3	13373.9
SLE_fre_vento_gr1_106	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3

SLE_fre_vento_gr2_107	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3
SLE_fre_vento_gr3_108	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3
SLE_fre_vento_gr4_109	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3
SLE_fre_gr1_temp110	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_fre_gr2_temp111	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_fre_gr3_temp112	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_fre_gr3_temp113	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_qp_gr1_Treno_115	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr2_Scarico_116	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr4_centrif_118	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr1+vento_119	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr2+vento_120	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr3+vento_121	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr4+vento_122	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr1_123	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr2_124	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr3_125	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr4_126	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr1_temp127	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr2_temp128	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr3_temp129	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr3_temp130	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
E_103x_SLV_q=1.5_131	13422.4	2810.76	1101.73	55363	20307.4
E_103y_SLV_q=1.5_132	13422.4	847.456	3261.8	17666.7	66392.9
E_103z_SLV_q=1.5_133	14393.4	847.456	1101.73	17666.7	20307.4
E_103x_SLV_q=1.36_134	13422.4	3091.23	1194.31	60748.2	22282.5
E_103y_SLV_q=1.36_135	13422.4	931.597	3570.38	19282.3	72976.5
E_103z_SLV_q=1.36_136	14393.4	931.597	1194.31	19282.3	22282.5
E_103x_SLV_q=1_137	13422.4	4209.25	1565.66	82246.3	30220.6
E_103y_SLV_q=1_138	13422.4	1267	4808.22	25731.7	99436.7
E_103z_SLV_q=1_139	14393.4	1267	1565.66	25731.7	30220.6
E_103x_SLD_q=1_140	13145.1	1919.4	881.815	37912.2	15901
E_103y_SLD_q=1_141	13145.1	580.048	2528.75	12431.5	51704.9
E_103z_SLD_q=1_142	13469.2	580.048	881.815	12431.5	15901

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	49301.5	837.375	874.957	25857.2	22918.1
A1_SLU_gr2_Scarico_73	45330.9	0	732.014	2315.38	19339.4
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	49301.5	1674.75	559.768	44237.6	14363.9
A1_SLU_gr4_centrif_75	48419.2	1339.8	717.119	35826.7	18711
A1_SLU_gr1+vento_76	49301.5	864.553	1452.49	26441.6	37742.8
A1_SLU_gr2+vento_77	45330.9	27.1781	1309.54	2899.71	34164
A1_SLU_gr3+vento_78	49301.5	1701.93	1137.3	44822	29188.5
A1_SLU_gr4+vento_79	48419.2	1366.98	1294.65	36411.1	33535.6
A1_SLU_vento_gr1_80	48419.2	715.197	1637.1	22096.3	42484.5
A1_SLU_vento_gr2_81	45242.7	45.2969	1545.62	3262.81	40123.5
A1_SLU_vento_gr3_82	48419.2	1385.1	1384.95	36800.6	35641.1
A1_SLU_vento_gr4_83	48419.2	1385.1	1679.67	36800.6	43418.7
SLE_rar_gr1_Treno_85	35863.3	577.5	564.938	17838.1	14961
SLE_rar_gr2_Scarico_86	33124.9	0	499.218	1602.32	13214.1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	35863.3	1155	347.567	30514.2	9061.48
SLE_rar_gr4_centrif_88	35254.8	924	463.386	24713.6	12219.8
SLE_rar_gr1+vento_89	35863.3	595.619	949.957	18227.6	24844.1
SLE_rar_gr2+vento_90	33124.9	18.1188	884.237	1991.87	23097.2
SLE_rar_gr3+vento_91	35863.3	1173.12	732.585	30903.8	18944.6
SLE_rar_gr4+vento_92	35254.8	942.119	848.405	25103.1	22102.9
SLE_rar_vento_gr1_93	35254.8	492.198	1081.97	15221.9	28184.2
SLE_rar_vento_gr2_94	33064.1	30.1979	1039.9	2233.33	27017.5
SLE_rar_vento_gr3_95	35254.8	954.198	908.069	25362.8	23464.6
SLE_rar_vento_gr4_96	35254.8	954.198	1105.08	25362.8	28691.6
SLE_fre_gr1_Treno_98	35254.8	462	424.856	14572.7	11374
SLE_fre_gr2_Scarico_99	33064.1	0	389.805	1584.08	10361.3
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	35254.8	924	250.958	24713.6	6654.45
SLE_fre_gr4_centrif_101	35254.8	924	444.121	24713.6	11796.9
SLE_fre_gr1+vento_102	35254.8	468.04	553.196	14702.5	14668.4
SLE_fre_gr2+vento_103	33064.1	6.03958	518.144	1713.93	13655.6
SLE_fre_gr3+vento_104	35254.8	930.04	379.298	24843.4	9948.82
SLE_fre_gr4+vento_105	35254.8	930.04	572.461	24843.4	15091.3
SLE_fre_vento_gr1_106	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79

SLE_fre_vento_gr2_107	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79
SLE_fre_vento_gr3_108	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79
SLE_fre_vento_gr4_109	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79
SLE_fre_gr1_temp110	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_fre_gr2_temp111	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_fre_gr3_temp112	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_fre_gr3_temp113	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_qp_gr1_Treno_115	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr2_Scarico_116	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr4_centrif_118	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr1+vento_119	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr2+vento_120	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr3+vento_121	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr4+vento_122	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr1_123	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr2_124	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr3_125	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr4_126	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr1_temp127	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr2_temp128	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr3_temp129	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr3_temp130	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
E_103x_SLV_q=1.5_131	33479.5	4971.44	1749.93	70277.4	25557.2
E_103y_SLV_q=1.5_132	33479.5	3008.14	3910	26691.1	78122.9
E_103z_SLV_q=1.5_133	35016.2	3008.14	1749.93	26691.1	25557.2
E_103x_SLV_q=1.36_134	33479.5	5251.91	1842.51	76504	27810
E_103y_SLV_q=1.36_135	33479.5	3092.28	4218.58	28559.1	85632.3
E_103z_SLV_q=1.36_136	35016.2	3092.28	1842.51	28559.1	27810
E_103x_SLV_q=1_137	33479.5	6369.93	2213.86	101356	36862.1
E_103y_SLV_q=1_138	33479.5	3427.68	5456.42	36014.7	115806
E_103z_SLV_q=1_139	35016.2	3427.68	2213.86	36014.7	36862.1
E_103x_SLD_q=1_140	33043.7	2984.33	1201.3	46865.2	19504.9
E_103y_SLD_q=1_141	33043.7	1644.98	2848.23	17366.4	60249.5
E_103z_SLD_q=1_142	33563.6	1644.98	1201.3	17366.4	19504.9

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	18405.9	837.375	949.924	3457.16	4348.52
A1_SLU_gr2_Scarico_144	12352.8	0	732.014	2315.38	3601.07
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	18405.9	1674.75	634.735	3833.98	2570.85
A1_SLU_gr4_centrif_146	17107.1	1339.8	777.093	3503.81	3486.53
A1_SLU_gr1+vento_147	18405.9	864.553	1527.45	3457.16	6756.3
A1_SLU_gr2+vento_148	12352.8	27.1781	1309.54	2315.38	6008.85
A1_SLU_gr3+vento_149	18405.9	1701.93	1212.26	3833.98	4978.63
A1_SLU_gr4+vento_150	17107.1	1366.98	1354.62	3503.81	5894.32
A1_SLU_vento_gr1_151	17107.1	715.197	1685.08	3202.36	7474.95
A1_SLU_vento_gr2_152	12264.7	45.2969	1545.62	2288.93	6892.69
A1_SLU_vento_gr3_153	17107.1	1385.1	1432.93	3503.81	6052.82
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1385.1	1739.64	3503.81	7499.5
SLE_rar_gr1_Treno_156	12871.3	577.5	599.406	2389.75	2973.91
SLE_rar_gr2_Scarico_157	8696.74	0	499.218	1602.32	2480.97
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	12871.3	1155	382.034	2649.63	1747.93
SLE_rar_gr4_centrif_159	11975.6	924	490.961	2421.93	2384.27
SLE_rar_gr1+vento_160	12871.3	595.619	984.425	2389.75	4579.09
SLE_rar_gr2+vento_161	8696.74	18.1188	884.237	1602.32	4086.16
SLE_rar_gr3+vento_162	12871.3	1173.12	767.053	2649.63	3353.12
SLE_rar_gr4+vento_163	11975.6	942.119	875.979	2421.93	3989.46
SLE_rar_vento_gr1_164	11975.6	492.198	1104.03	2214.03	5046.7
SLE_rar_vento_gr2_165	8635.94	30.1979	1039.9	1584.08	4659.56
SLE_rar_vento_gr3_166	11975.6	954.198	930.128	2421.93	4065.92
SLE_rar_vento_gr4_167	11975.6	954.198	1132.66	2421.93	5059.58
SLE_fre_gr1_Treno_169	11975.6	462	443.239	2214.03	2362.8
SLE_fre_gr2_Scarico_170	8635.94	0	389.805	1584.08	1980.47
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	11975.6	924	269.341	2421.93	1382.01
SLE_fre_gr4_centrif_172	11975.6	924	467.1	2421.93	2373.53
SLE_fre_gr1+vento_173	11975.6	468.04	571.578	2214.03	2897.86
SLE_fre_gr2+vento_174	8635.94	6.03958	518.144	1584.08	2515.53
SLE_fre_gr3+vento_175	11975.6	930.04	397.681	2421.93	1917.08
SLE_fre_gr4+vento_176	11975.6	930.04	595.439	2421.93	2908.6
SLE_fre_vento_gr1_177	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1

SLE_fre_vento_gr2_178	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1
SLE_fre_vento_gr3_179	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1
SLE_fre_vento_gr4_180	8392.74	15.099	368.497	1511.12	1359.1
SLE_fre_gr1_temp181	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_fre_gr2_temp182	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_fre_gr3_temp183	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_fre_gr3_temp184	8392.74	6.03958	185.517	1511.12	560.793
SLE_qp_gr1_Treno_186	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_187	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_189	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_190	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr2+vento_191	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr3+vento_192	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr4+vento_193	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr1_194	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr2_195	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr3_196	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_vento_gr4_197	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr1_temp198	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp199	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp200	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp201	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_202	8808.89	2810.76	1101.73	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	8808.89	847.456	3261.8	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	9779.91	847.456	1101.73	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	8808.89	3091.23	1194.31	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	8808.89	931.597	3570.38	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	9779.91	931.597	1194.31	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	8808.89	4209.25	1565.66	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	8808.89	1267	4808.22	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	9779.91	1267	1565.66	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	8531.63	1919.4	881.815	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	8531.63	580.048	2528.75	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	8855.73	580.048	881.815	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	24634.1	837.375	949.924	18948.6	21922.1
A1_SLU_gr2_Scarico_144	18581	0	732.014	2315.38	17143.3
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	24634.1	1674.75	634.735	34816.9	14313.4
A1_SLU_gr4_centrif_146	23335.3	1339.8	777.093	28290.1	17862.7
A1_SLU_gr1+vento_147	24634.1	864.553	1527.45	19451.4	35014.2
A1_SLU_gr2+vento_148	18581	27.1781	1309.54	2818.17	30235.4
A1_SLU_gr3+vento_149	24634.1	1701.93	1212.26	35319.7	27405.5
A1_SLU_gr4+vento_150	23335.3	1366.98	1354.62	28792.9	30954.8
A1_SLU_vento_gr1_151	23335.3	715.197	1685.08	16433.5	38649
A1_SLU_vento_gr2_152	18492.9	45.2969	1545.62	3126.92	35486.6
A1_SLU_vento_gr3_153	23335.3	1385.1	1432.93	29128.1	32562
A1_SLU_vento_gr4_154	23335.3	1385.1	1739.64	29128.1	39682.8
SLE_rar_gr1_Treno_156	17484.8	577.5	599.406	13073.5	14062.9
SLE_rar_gr2_Scarico_157	13310.2	0	499.218	1602.32	11716.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	17484.8	1155	382.034	24017.1	8815.56
SLE_rar_gr4_centrif_159	16589.1	924	490.961	19515.9	11467
SLE_rar_gr1+vento_160	17484.8	595.619	984.425	13408.7	22791
SLE_rar_gr2+vento_161	13310.2	18.1188	884.237	1937.51	20444.5
SLE_rar_gr3+vento_162	17484.8	1173.12	767.053	24352.3	17543.6
SLE_rar_gr4+vento_163	16589.1	942.119	875.979	19851.1	20195.1
SLE_rar_vento_gr1_164	16589.1	492.198	1104.03	11319.7	25471.2
SLE_rar_vento_gr2_165	13249.4	30.1979	1039.9	2142.74	23897.8
SLE_rar_vento_gr3_166	16589.1	954.198	930.128	20074.6	21273.3
SLE_rar_vento_gr4_167	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8
SLE_fre_gr1_Treno_169	16589.1	462	443.239	10761	10562.7
SLE_fre_gr2_Scarico_170	13249.4	0	389.805	1584.08	9191.86
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	16589.1	924	269.341	19515.9	6364.83
SLE_fre_gr4_centrif_172	16589.1	924	467.1	19515.9	11014.9
SLE_fre_gr1+vento_173	16589.1	468.04	571.578	10872.8	13472.1
SLE_fre_gr2+vento_174	13249.4	6.03958	518.144	1695.81	12101.2
SLE_fre_gr3+vento_175	16589.1	930.04	397.681	19627.7	9274.17
SLE_fre_gr4+vento_176	16589.1	930.04	595.439	19627.7	13924.2
SLE_fre_vento_gr1_177	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3




SLE_fre_vento_gr2_178	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3
SLE_fre_vento_gr3_179	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3
SLE_fre_vento_gr4_180	13006.2	15.099	368.497	1790.45	8176.3
SLE_fre_gr1_temp181	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_fre_gr2_temp182	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_fre_gr3_temp183	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_fre_gr3_temp184	13006.2	6.03958	185.517	1622.85	3992.86
SLE_qp_gr1_Treno_186	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr2_Scarico_187	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr4_centrif_189	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr1+vento_190	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr2+vento_191	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr3+vento_192	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr4+vento_193	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr1_194	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr2_195	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr3_196	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_vento_gr4_197	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28
SLE_qp_gr1_temp198	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr2_temp199	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr3_temp200	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
SLE_qp_gr3_temp201	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931
E_103x_SLV_q=1.5_202	13422.4	2810.76	1101.73	55363	20307.4
E_103y_SLV_q=1.5_203	13422.4	847.456	3261.8	17666.7	66392.9
E_103z_SLV_q=1.5_204	14393.4	847.456	1101.73	17666.7	20307.4
E_103x_SLV_q=1.36_205	13422.4	3091.23	1194.31	60748.2	22282.5
E_103y_SLV_q=1.36_206	13422.4	931.597	3570.38	19282.3	72976.5
E_103z_SLV_q=1.36_207	14393.4	931.597	1194.31	19282.3	22282.5
E_103x_SLV_q=1_208	13422.4	4209.25	1565.66	82246.3	30220.6
E_103y_SLV_q=1_209	13422.4	1267	4808.22	25731.7	99436.7
E_103z_SLV_q=1_210	14393.4	1267	1565.66	25731.7	30220.6
E_103x_SLD_q=1_211	13145.1	1919.4	881.815	37912.2	15901
E_103y_SLD_q=1_212	13145.1	580.048	2528.75	12431.5	51704.9
E_103z_SLD_q=1_213	13469.2	580.048	881.815	12431.5	15901

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	51384	837.375	949.924	21460.7	24771.9
A1_SLU_gr2_Scarico_144	45330.9	0	732.014	2315.38	19339.4
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	51384	1674.75	634.735	39841.1	16217.7
A1_SLU_gr4_centrif_146	50085.2	1339.8	777.093	32309.5	20194
A1_SLU_gr1+vento_147	51384	864.553	1527.45	22045.1	39596.5
A1_SLU_gr2+vento_148	45330.9	27.1781	1309.54	2899.71	34164
A1_SLU_gr3+vento_149	51384	1701.93	1212.26	40425.4	31042.3
A1_SLU_gr4+vento_150	50085.2	1366.98	1354.62	32893.8	35018.7
A1_SLU_vento_gr1_151	50085.2	715.197	1685.08	18579.1	43704.2
A1_SLU_vento_gr2_152	45242.7	45.2969	1545.62	3262.81	40123.5
A1_SLU_vento_gr3_153	50085.2	1385.1	1432.93	33283.4	36860.8
A1_SLU_vento_gr4_154	50085.2	1385.1	1739.64	33283.4	44901.8
SLE_rar_gr1_Treno_156	37299.5	577.5	599.406	14806	15861.1
SLE_rar_gr2_Scarico_157	33124.9	0	499.218	1602.32	13214.1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	37299.5	1155	382.034	27482.1	9961.67
SLE_rar_gr4_centrif_159	36403.8	924	490.961	22287.9	12939.9
SLE_rar_gr1+vento_160	37299.5	595.619	984.425	15195.6	25744.2
SLE_rar_gr2+vento_161	33124.9	18.1188	884.237	1991.87	23097.2
SLE_rar_gr3+vento_162	37299.5	1173.12	767.053	27871.7	19844.8
SLE_rar_gr4+vento_163	36403.8	942.119	875.979	22677.5	22823
SLE_rar_vento_gr1_164	36403.8	492.198	1104.03	12796.3	28783.3
SLE_rar_vento_gr2_165	33064.1	30.1979	1039.9	2233.33	27017.5
SLE_rar_vento_gr3_166	36403.8	954.198	930.128	22937.2	24063.7
SLE_rar_vento_gr4_167	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7
SLE_fre_gr1_Treno_169	36403.8	462	443.239	12147	11892.4
SLE_fre_gr2_Scarico_170	33064.1	0	389.805	1584.08	10361.3
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	36403.8	924	269.341	22287.9	7172.85
SLE_fre_gr4_centrif_172	36403.8	924	467.1	22287.9	12416.2
SLE_fre_gr1+vento_173	36403.8	468.04	571.578	12276.9	15186.8
SLE_fre_gr2+vento_174	33064.1	6.03958	518.144	1713.93	13655.6
SLE_fre_gr3+vento_175	36403.8	930.04	397.681	22417.8	10467.2
SLE_fre_gr4+vento_176	36403.8	930.04	595.439	22417.8	15710.5
SLE_fre_vento_gr1_177	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79

SLE_fre_vento_gr2_178	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79
SLE_fre_vento_gr3_179	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79
SLE_fre_vento_gr4_180	32820.9	15.099	368.497	1835.75	9281.79
SLE_fre_gr1_temp181	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_fre_gr2_temp182	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_fre_gr3_temp183	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_fre_gr3_temp184	32820.9	6.03958	185.517	1640.97	4549.42
SLE_qp_gr1_Treno_186	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr2_Scarico_187	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr4_centrif_189	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr1+vento_190	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr2+vento_191	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr3+vento_192	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr4+vento_193	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr1_194	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr2_195	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr3_196	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_vento_gr4_197	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24
SLE_qp_gr1_temp198	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr2_temp199	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr3_temp200	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
SLE_qp_gr3_temp201	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88
E_103x_SLV_q=1.5_202	33479.5	4971.44	1749.93	70277.4	25557.2
E_103y_SLV_q=1.5_203	33479.5	3008.14	3910	26691.1	78122.9
E_103z_SLV_q=1.5_204	35016.2	3008.14	1749.93	26691.1	25557.2
E_103x_SLV_q=1.36_205	33479.5	5251.91	1842.51	76504	27810
E_103y_SLV_q=1.36_206	33479.5	3092.28	4218.58	28559.1	85632.3
E_103z_SLV_q=1.36_207	35016.2	3092.28	1842.51	28559.1	27810
E_103x_SLV_q=1_208	33479.5	6369.93	2213.86	101356	36862.1
E_103y_SLV_q=1_209	33479.5	3427.68	5456.42	36014.7	115806
E_103z_SLV_q=1_210	35016.2	3427.68	2213.86	36014.7	36862.1
E_103x_SLD_q=1_211	33043.7	2984.33	1201.3	46865.2	19504.9
E_103y_SLD_q=1_212	33043.7	1644.98	2848.23	17366.4	60249.5
E_103z_SLD_q=1_213	33563.6	1644.98	1201.3	17366.4	19504.9

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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		12871.3	577.5	599.406	2389.75	2973.91
SLE_rar_gr3+vento_20		12871.3	1173.12	767.053	2649.63	3353.12
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	954.198	1132.66	2421.93	5059.58
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		12871.3	1155	382.034	2649.63	1747.93
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	954.198	1132.66	2421.93	5059.58
SLE_rar_gr4_centrif_17		11975.6	924	490.961	2421.93	2384.27
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	954.198	490.961	2421.93	5059.58
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	954.198	1132.66	2421.93	5059.58
SLE_rar_gr4_centrif_17		11975.6	924	490.961	2421.93	2384.27
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	954.198	1132.66	2421.93	5059.58
SLE_qp_gr1_Treno_44		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
SLE_qp_gr1_Treno_44		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504
E_103x_SLD_q=1_69		8527.6	1507.85	796.745	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		8527.6	456.583	2245.18	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		8842.29	456.583	796.745	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	17484.8	577.5	599.406	13073.5	14062.9	
SLE_rar_gr3+vento_20	17484.8	1173.12	767.053	24352.3	17543.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_rar_gr3+vento_20	17484.8	1173.12	767.053	24352.3	17543.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_rar_gr4_centrif_17	16589.1	924	490.961	19515.9	11467	
SLE_rar_vento_gr4_25	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_qp_gr1_Treno_44	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931	
SLE_qp_gr1+vento_48	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28	
SLE_qp_gr1+vento_48	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28	
SLE_qp_gr1+vento_48	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28	
SLE_qp_gr1+vento_48	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28	
E_103x_SLD_q=1_69	13141.1	1507.85	796.745	30257.1	13798.7	
E_103y_SLD_q=1_70	13141.1	456.583	2245.18	10134.9	44697.2	
E_103z_SLD_q=1_71	13455.8	456.583	796.745	10134.9	13798.7	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	37299.5	577.5	599.406	14806	15861.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	37299.5	1173.12	767.053	27871.7	19844.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	37299.5	1173.12	767.053	27871.7	19844.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_rar_gr4_centrif_17	36403.8	924	490.961	22287.9	12939.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_qp_gr1_Treno_44	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88	
SLE_qp_gr1+vento_48	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24	
SLE_qp_gr1+vento_48	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24	
SLE_qp_gr1+vento_48	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24	
SLE_qp_gr1+vento_48	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24	
E_103x_SLD_q=1_69	33039.7	2572.78	1116.22	37975.4	17147.4	
E_103y_SLD_q=1_70	33039.7	1521.52	2564.66	14699.5	52391.2	
E_103z_SLD_q=1_71	33550.1	1521.52	1116.22	14699.5	17147.4	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		11435.1	577.5	564.938	5421.84	2814.78	
SLE_rar_gr3+vento_91		11435.1	1173.12	732.585	5681.71	3193.99	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	954.198	1105.08	4847.59	4932.28	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		11435.1	1155	347.567	5681.71	1588.8	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	954.198	1105.08	4847.59	4932.28	
SLE_rar_gr4_centrif_88		10826.6	924	463.386	4847.59	2256.97	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	954.198	1105.08	4847.59	4932.28	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	954.198	1105.08	4847.59	4932.28	
SLE_rar_gr4_centrif_88		10826.6	924	463.386	4847.59	2256.97	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	954.198	1105.08	4847.59	4932.28	
SLE_qp_gr1_Treno_115		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504	
SLE_qp_gr1_Treno_115		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504	
E_103x_SLD_q=1_140		8531.63	1919.4	881.815	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		8531.63	580.048	2528.75	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		8855.73	580.048	881.815	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	16048.6	577.5	599.406	13073.5	14062.9	
SLE_rar_gr3+vento_91	16048.6	1173.12	732.585	27384.4	16746.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	15440.1	954.198	1105.08	22500.3	25376.3	
SLE_rar_gr3+vento_91	16048.6	1173.12	732.585	27384.4	16746.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	15440.1	954.198	1105.08	22500.3	25376.3	
SLE_rar_gr4_centrif_88	15440.1	924	463.386	21941.6	10829.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	15440.1	954.198	1105.08	22500.3	25376.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	15440.1	954.198	1105.08	22500.3	25376.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	15440.1	954.198	1105.08	22500.3	25376.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	15440.1	954.198	1105.08	22500.3	25376.3	
SLE_qp_gr1_Treno_115	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931	
SLE_qp_gr1+vento_119	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28	
SLE_qp_gr1+vento_119	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28	
SLE_qp_gr1+vento_119	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28	
SLE_qp_gr1+vento_119	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28	
E_103x_SLD_q=1_140	13145.1	1919.4	881.815	37912.2	15901	
E_103y_SLD_q=1_141	13145.1	580.048	2528.75	12431.5	51704.9	
E_103z_SLD_q=1_142	13469.2	580.048	881.815	12431.5	15901	


BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	35863.3	577.5	599.406	14806	15861.1	
SLE_rar_gr3+vento_91	35863.3	1173.12	732.585	30903.8	18944.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	35254.8	954.198	1105.08	25362.8	28691.6	
SLE_rar_gr3+vento_91	35863.3	1173.12	732.585	30903.8	18944.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	35254.8	954.198	1105.08	25362.8	28691.6	
SLE_rar_gr4_centrif_88	35254.8	924	463.386	24713.6	12219.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	35254.8	954.198	1105.08	25362.8	28691.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	35254.8	954.198	1105.08	25362.8	28691.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	35254.8	954.198	1105.08	25362.8	28691.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	35254.8	954.198	1105.08	25362.8	28691.6	
SLE_qp_gr1_Treno_115	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88	
SLE_qp_gr1+vento_119	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24	
SLE_qp_gr1+vento_119	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24	
SLE_qp_gr1+vento_119	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24	
SLE_qp_gr1+vento_119	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24	
E_103x_SLD_q=1_140	33043.7	2984.33	1201.3	46865.2	19504.9	
E_103y_SLD_q=1_141	33043.7	1644.98	2848.23	17366.4	60249.5	
E_103z_SLD_q=1_142	33563.6	1644.98	1201.3	17366.4	19504.9	

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	12871.3	577.5	599.406	2389.75	2973.91	
SLE_rar_gr3+vento_162	12871.3	1173.12	767.053	2649.63	3353.12	
SLE_rar_vento_gr4_167	11975.6	954.198	1132.66	2421.93	5059.58	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	12871.3	1155	382.034	2649.63	1747.93	
SLE_rar_vento_gr4_167	11975.6	954.198	1132.66	2421.93	5059.58	
SLE_rar_gr4_centrif_159	11975.6	924	490.961	2421.93	2384.27	
SLE_rar_vento_gr4_167	11975.6	954.198	1132.66	2421.93	5059.58	
SLE_rar_vento_gr4_167	11975.6	954.198	1132.66	2421.93	5059.58	
SLE_rar_gr4_centrif_159	11975.6	924	490.961	2421.93	2384.27	
SLE_rar_vento_gr4_167	11975.6	954.198	1132.66	2421.93	5059.58	
SLE_qp_gr1_Treno_186	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_190	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504	
SLE_qp_gr1+vento_190	8392.74	6.03958	175.988	1511.12	556.504	
SLE_qp_gr1_Treno_186	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_190	8392.74	6.03958	175.988	175.988	556.504	
E_103x_SLD_q=1_211	8531.63	1919.4	881.815	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	8531.63	580.048	2528.75	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	8855.73	580.048	881.815	0	0	



BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	17484.8	577.5	599.406	13073.5	14062.9	
SLE_rar_gr3+vento_162	17484.8	1173.12	767.053	24352.3	17543.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_rar_gr3+vento_162	17484.8	1173.12	767.053	24352.3	17543.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_rar_gr4_centrif_159	16589.1	924	490.961	19515.9	11467	
SLE_rar_vento_gr4_167	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	16589.1	954.198	1132.66	20074.6	26013.8	
SLE_qp_gr1_Treno_186	13006.2	0	47.6481	1511.12	902.931	
SLE_qp_gr1+vento_190	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28	
SLE_qp_gr1+vento_190	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28	
SLE_qp_gr1+vento_190	13006.2	6.03958	175.988	1622.85	3812.28	
SLE_qp_gr1+vento_190	13006.2	6.03958	175.988	175.988	3812.28	
E_103x_SLD_q=1_211	13145.1	1919.4	881.815	37912.2	15901	
E_103y_SLD_q=1_212	13145.1	580.048	2528.75	12431.5	51704.9	
E_103z_SLD_q=1_213	13469.2	580.048	881.815	12431.5	15901	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	37299.5	577.5	599.406	14806	15861.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	37299.5	1173.12	767.053	27871.7	19844.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	37299.5	1173.12	767.053	27871.7	19844.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_rar_gr4_centrif_159	36403.8	924	490.961	22287.9	12939.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	36403.8	954.198	1132.66	22937.2	29411.7	
SLE_qp_gr1_Treno_186	32820.9	0	47.6481	1511.12	1045.88	
SLE_qp_gr1+vento_190	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24	
SLE_qp_gr1+vento_190	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24	
SLE_qp_gr1+vento_190	32820.9	6.03958	175.988	1640.97	4340.24	
SLE_qp_gr1+vento_190	32820.9	6.03958	175.988	175.988	4340.24	
E_103x_SLD_q=1_211	33043.7	2984.33	1201.3	46865.2	19504.9	
E_103y_SLD_q=1_212	33043.7	1644.98	2848.23	17366.4	60249.5	
E_103z_SLD_q=1_213	33563.6	1644.98	1201.3	17366.4	19504.9	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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		18405.9	837.375	949.924	3457.16	4348.52
A1_SLU_gr3+vento_7		18405.9	1701.93	1212.26	3833.98	4978.63
A1_SLU_vento_gr4_12		17107.1	1385.1	1739.64	3503.81	7499.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		18405.9	1674.75	634.735	3833.98	2570.85
A1_SLU_vento_gr4_12		17107.1	1385.1	1739.64	3503.81	7499.5
E_103x_SLV_q=1.5_60		8808.89	2810.76	1101.73	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		8808.89	847.456	3261.8	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		9779.91	847.456	1101.73	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		8808.89	4209.25	1565.66	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		8808.89	1267	4808.22	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		9779.91	1267	1565.66	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		24634.1	837.375	949.924	18948.6	21922.1
A1_SLU_gr3+vento_7		24634.1	1701.93	1212.26	35319.7	27405.5
A1_SLU_vento_gr4_12		23335.3	1385.1	1739.64	29128.1	39682.8
A1_SLU_gr3+vento_7		24634.1	1701.93	1212.26	35319.7	27405.5
A1_SLU_vento_gr4_12		23335.3	1385.1	1739.64	29128.1	39682.8
E_103x_SLV_q=1.5_60		13422.4	2810.76	1101.73	55363	20307.4
E_103y_SLV_q=1.5_61		13422.4	847.456	3261.8	17666.7	66392.9
E_103z_SLV_q=1.5_62		14393.4	847.456	1101.73	17666.7	20307.4
E_103x_SLV_q=1_66		13422.4	4209.25	1565.66	82246.3	30220.6
E_103y_SLV_q=1_67		13422.4	1267	4808.22	25731.7	99436.7
E_103z_SLV_q=1_68		14393.4	1267	1565.66	25731.7	30220.6
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		51384	837.375	949.924	21460.7	24771.9
A1_SLU_gr3+vento_7		51384	1701.93	1212.26	40425.4	31042.3
A1_SLU_vento_gr4_12		50085.2	1385.1	1739.64	33283.4	44901.8
A1_SLU_gr3+vento_7		51384	1701.93	1212.26	40425.4	31042.3
A1_SLU_vento_gr4_12		50085.2	1385.1	1739.64	33283.4	44901.8
E_103x_SLV_q=1.36_63		33479.5	5251.91	1842.51	76504	27810
E_103y_SLV_q=1.36_64		33479.5	3092.28	4218.58	28559.1	85632.3
E_103z_SLV_q=1.36_65		35016.2	3092.28	1842.51	28559.1	27810
E_103x_SLV_q=1_66		33479.5	6369.93	2213.86	101356	36862.1
E_103y_SLV_q=1_67		33479.5	3427.68	5456.42	36014.7	115806
E_103z_SLV_q=1_68		35016.2	3427.68	2213.86	36014.7	36862.1

### Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	16323.5	837.375	874.957	7853.68	4106.54	
A1_SLU_gr3+vento_78	16323.5	1701.93	1137.3	8230.5	4736.65	
A1_SLU_vento_gr4_83	15441.2	1385.1	1679.67	7021.03	7305.92	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	16323.5	1674.75	559.768	8230.5	2328.87	
A1_SLU_vento_gr4_83	15441.2	1385.1	1679.67	7021.03	7305.92	
E_103x_SLV_q=1.5_131	8808.89	2810.76	1101.73	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	8808.89	847.456	3261.8	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	9779.91	847.456	1101.73	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	8808.89	4209.25	1565.66	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	8808.89	1267	4808.22	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	9779.91	1267	1565.66	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	22551.7	837.375	874.957	23345.1	20293.2	
A1_SLU_gr3+vento_78	22551.7	1701.93	1137.3	39716.2	25776.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	21669.4	1385.1	1679.67	32645.3	38379.7	
A1_SLU_gr3+vento_78	22551.7	1701.93	1137.3	39716.2	25776.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	21669.4	1385.1	1679.67	32645.3	38379.7	
E_103x_SLV_q=1.5_131	13422.4	2810.76	1101.73	55363	20307.4	
E_103y_SLV_q=1.5_132	13422.4	847.456	3261.8	17666.7	66392.9	
E_103z_SLV_q=1.5_133	14393.4	847.456	1101.73	17666.7	20307.4	
E_103x_SLV_q=1_137	13422.4	4209.25	1565.66	82246.3	30220.6	
E_103y_SLV_q=1_138	13422.4	1267	4808.22	25731.7	99436.7	
E_103z_SLV_q=1_139	14393.4	1267	1565.66	25731.7	30220.6	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	49301.5	837.375	874.957	25857.2	22918.1	
A1_SLU_gr3+vento_78	49301.5	1701.93	1137.3	44822	29188.5	
A1_SLU_vento_gr4_83	48419.2	1385.1	1679.67	36800.6	43418.7	
A1_SLU_gr3+vento_78	49301.5	1701.93	1137.3	44822	29188.5	
A1_SLU_vento_gr4_83	48419.2	1385.1	1679.67	36800.6	43418.7	
E_103x_SLV_q=1.36_134	33479.5	5251.91	1842.51	76504	27810	
E_103y_SLV_q=1.36_135	33479.5	3092.28	4218.58	28559.1	85632.3	
E_103z_SLV_q=1.36_136	35016.2	3092.28	1842.51	28559.1	27810	
E_103x_SLV_q=1_137	33479.5	6369.93	2213.86	101356	36862.1	
E_103y_SLV_q=1_138	33479.5	3427.68	5456.42	36014.7	115806	
E_103z_SLV_q=1_139	35016.2	3427.68	2213.86	36014.7	36862.1	

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	18405.9	837.375	949.924	3457.16	4348.52	
A1_SLU_gr3+vento_149	18405.9	1701.93	1212.26	3833.98	4978.63	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1385.1	1739.64	3503.81	7499.5	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	18405.9	1674.75	634.735	3833.98	2570.85	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1385.1	1739.64	3503.81	7499.5	
E_103x_SLV_q=1.5_202	8808.89	2810.76	1101.73	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	8808.89	847.456	3261.8	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	9779.91	847.456	1101.73	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	8808.89	4209.25	1565.66	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	8808.89	1267	4808.22	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	9779.91	1267	1565.66	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	24634.1	837.375	949.924	18948.6	21922.1	
A1_SLU_gr3+vento_149	24634.1	1701.93	1212.26	35319.7	27405.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	23335.3	1385.1	1739.64	29128.1	39682.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	24634.1	1701.93	1212.26	35319.7	27405.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	23335.3	1385.1	1739.64	29128.1	39682.8	
E_103x_SLV_q=1.5_202	13422.4	2810.76	1101.73	55363	20307.4	
E_103y_SLV_q=1.5_203	13422.4	847.456	3261.8	17666.7	66392.9	
E_103z_SLV_q=1.5_204	14393.4	847.456	1101.73	17666.7	20307.4	
E_103x_SLV_q=1_208	13422.4	4209.25	1565.66	82246.3	30220.6	
E_103y_SLV_q=1_209	13422.4	1267	4808.22	25731.7	99436.7	
E_103z_SLV_q=1_210	14393.4	1267	1565.66	25731.7	30220.6	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	51384	837.375	949.924	21460.7	24771.9	
A1_SLU_gr3+vento_149	51384	1701.93	1212.26	40425.4	31042.3	
A1_SLU_vento_gr4_154	50085.2	1385.1	1739.64	33283.4	44901.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	51384	1701.93	1212.26	40425.4	31042.3	
A1_SLU_vento_gr4_154	50085.2	1385.1	1739.64	33283.4	44901.8	
E_103x_SLV_q=1.36_205	33479.5	5251.91	1842.51	76504	27810	
E_103y_SLV_q=1.36_206	33479.5	3092.28	4218.58	28559.1	85632.3	
E_103z_SLV_q=1.36_207	35016.2	3092.28	1842.51	28559.1	27810	
E_103x_SLV_q=1_208	33479.5	6369.93	2213.86	101356	36862.1	
E_103y_SLV_q=1_209	33479.5	3427.68	5456.42	36014.7	115806	
E_103z_SLV_q=1_210	35016.2	3427.68	2213.86	36014.7	36862.1	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

## 7. VERIFICHE STRUTTURALI

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

elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
fusto	206 $\Phi$ 30 interasse 20 cm*	$\Phi$ 12/10	8.7 cm
plinto	Trasv: 4 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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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.

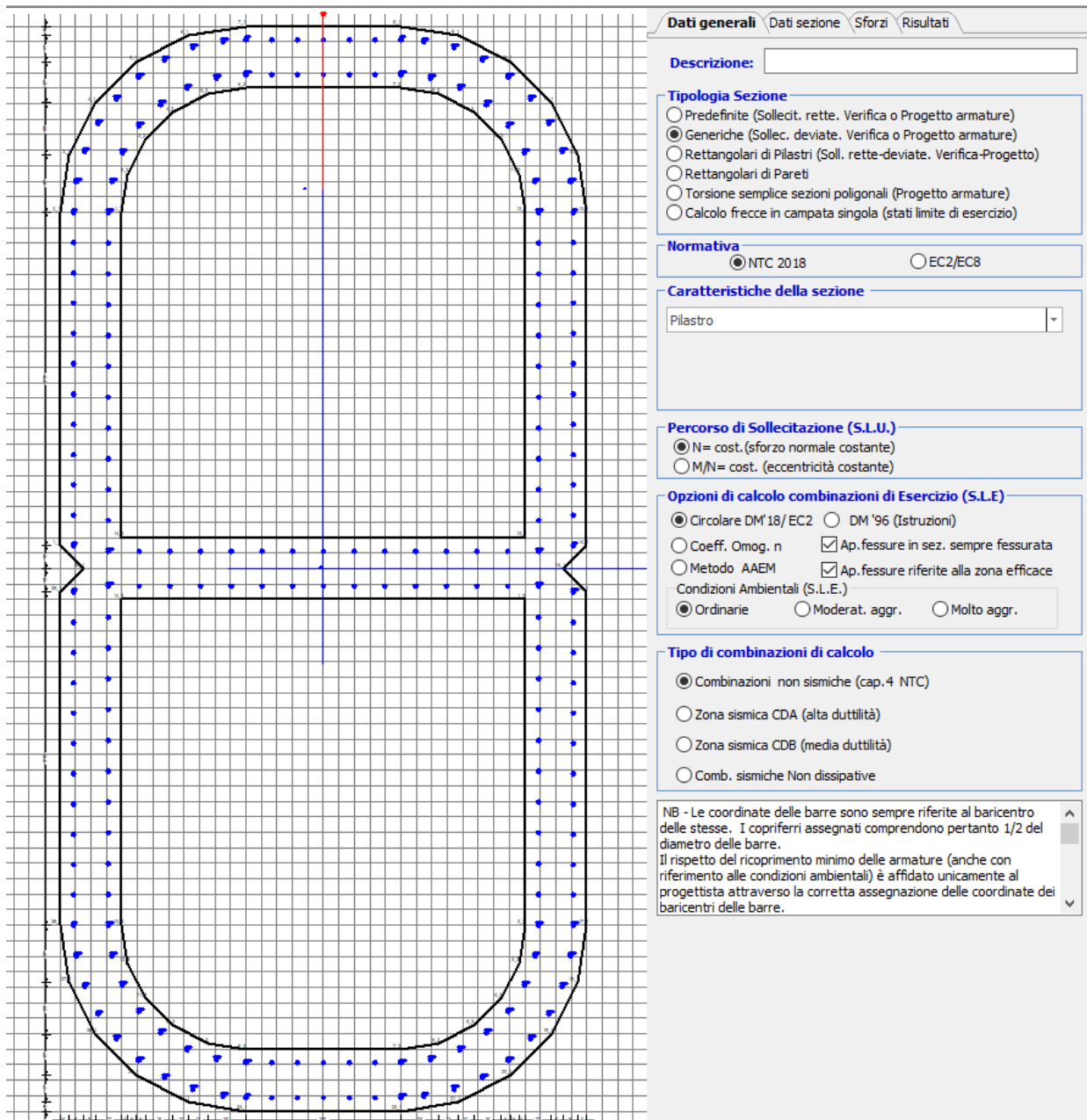


Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 206 di diametro  $\Phi 30$  che corrispondono ad un passo di 12cm lungo il bordo esterno ed interno della sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

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

#### NOME SEZIONE: Biscotto 3.4

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.000 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

#### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

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



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

**DOMINIO N° 2**

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

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

**DOMINIO N° 3**

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

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

**DATI BARRE ISOLATE**

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

57	-119.3	-317.1	30
58	-102.6	-328.1	30
59	-84.3	-335.9	30
60	-64.8	-340.3	30
61	-136.5	-249.8	30
62	-129.8	-268.7	30
63	-119.2	-285.5	30
64	-105.0	-299.6	30
65	-88.1	-310.1	30
66	-69.2	-316.6	30
67	159.5	-249.9	30
68	154.2	-269.1	30
69	145.5	-287.1	30
70	133.8	-303.3	30
71	119.3	-317.1	30
72	102.6	-328.1	30
73	84.3	-335.9	30
74	64.8	-340.3	30
75	136.5	-249.8	30
76	129.8	-268.7	30
77	119.2	-285.5	30
78	105.0	-299.6	30
79	88.1	-310.1	30
80	69.2	-316.6	30

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	10	30
2	5	6	10	30
3	7	8	10	30
4	11	12	10	30
5	13	14	10	30
6	17	18	10	30
7	19	20	10	30
8	23	24	10	30
9	3	4	5	30
10	9	10	5	30
11	15	16	5	30
12	18	13	13	30
13	21	22	5	30
14	24	19	13	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	24634.11	18948.60	21922.12	0.00	0.00
2	24634.11	35319.65	27405.50	0.00	0.00
3	23335.34	29128.10	39682.84	0.00	0.00
4	24634.11	35319.65	27405.50	0.00	0.00
5	23335.34	29128.10	39682.84	0.00	0.00
6	13422.39	55363.05	20307.42	0.00	0.00
7	13422.39	17666.70	66392.88	0.00	0.00
8	14393.41	17666.70	20307.42	0.00	0.00
9	22551.68	23345.12	20293.24	0.00	0.00
10	22551.68	39716.17	25776.63	0.00	0.00
11	21669.40	32645.32	38379.75	0.00	0.00
12	22551.68	39716.17	25776.63	0.00	0.00
13	21669.40	32645.32	38379.75	0.00	0.00
14	13422.39	55363.05	20307.42	0.00	0.00
15	13422.39	17666.70	66392.88	0.00	0.00
16	14393.41	17666.70	20307.42	0.00	0.00
17	24634.11	18948.60	21922.12	0.00	0.00
18	24634.11	35319.65	27405.50	0.00	0.00
19	23335.34	29128.10	39682.84	0.00	0.00
20	24634.11	35319.65	27405.50	0.00	0.00
21	23335.34	29128.10	39682.84	0.00	0.00
22	13422.39	55363.05	20307.42	0.00	0.00
23	13422.39	17666.70	66392.88	0.00	0.00
24	14393.41	17666.70	20307.42	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	17484.76	13073.50	14062.92
2	17484.76	24352.33	17543.60
3	16589.06	20074.59	26013.77
4	17484.76	24352.33	17543.60
5	16589.06	20074.59	26013.77
6	16048.61	13073.50	14062.92
7	16048.61	27384.41	16746.82
8	15440.13	22500.26	25376.35
9	16048.61	27384.41	16746.82
10	15440.13	22500.26	25376.35
11	17484.76	13073.50	14062.92
12	17484.76	24352.33	17543.60
13	16589.06	20074.59	26013.77
14	17484.76	24352.33	17543.60
15	16589.06	20074.59	26013.77
16	13141.10	30257.10	13798.72
17	13141.10	10134.91	44697.22
18	13455.79	10134.91	13798.72
19	13145.13	37912.25	15901.01
20	13145.13	12431.46	51704.85
21	13469.23	12431.46	15901.01
22	13145.13	37912.25	15901.01
23	13145.13	12431.46	51704.85
24	13469.23	12431.46	15901.01

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	16589.06	19515.93 (86233.72)	11467.04 (50668.64)
2	16589.06	20074.59 (27089.41)	26013.77 (35103.96)
3	16589.06	20074.59 (27089.41)	26013.77 (35103.96)
4	16589.06	20074.59 (27089.41)	26013.77 (35103.96)
5	16589.06	20074.59 (27089.41)	26013.77 (35103.96)
6	15440.13	21941.59 (74262.31)	10829.62 (36653.34)
7	15440.13	22500.26 (28049.25)	25376.35 (31634.63)
8	15440.13	22500.26 (28049.25)	25376.35 (31634.63)
9	15440.13	22500.26 (28049.25)	25376.35 (31634.63)
10	15440.13	22500.26 (28049.25)	25376.35 (31634.63)
11	16589.06	19515.93 (86233.72)	11467.04 (50668.64)
12	16589.06	20074.59 (27089.41)	26013.77 (35103.96)
13	16589.06	20074.59 (27089.41)	26013.77 (35103.96)
14	16589.06	20074.59 (27089.41)	26013.77 (35103.96)
15	16589.06	20074.59 (27089.41)	26013.77 (35103.96)

**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	13006.24	1511.12 (0.00)	902.93 (0.00)
2	13006.24	1622.85 (0.00)	3812.28 (0.00)
3	13006.24	1622.85 (0.00)	3812.28 (0.00)
4	13006.24	1622.85 (0.00)	3812.28 (0.00)
5	13006.24	1622.85 (0.00)	3812.28 (0.00)
6	13006.24	1511.12 (0.00)	902.93 (0.00)
7	13006.24	1622.85 (0.00)	3812.28 (0.00)
8	13006.24	1622.85 (0.00)	3812.28 (0.00)
9	13006.24	1622.85 (0.00)	3812.28 (0.00)
10	13006.24	1622.85 (0.00)	3812.28 (0.00)
11	13006.24	1511.12 (0.00)	902.93 (0.00)
12	13006.24	1622.85 (0.00)	3812.28 (0.00)
13	13006.24	1622.85 (0.00)	3812.28 (0.00)
14	13006.24	1622.85 (0.00)	3812.28 (0.00)
15	13006.24	175.99 (0.00)	3812.28 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	24634.11	18948.60	21922.12	24634.38	89706.91	103111.59	4.721456.1(238.4)	
2	S	24634.11	35319.65	27405.50	24633.92	118597.36	91955.84	3.361456.1(238.4)	
3	S	23335.34	29128.10	39682.84	23335.09	77790.71	105532.63	2.661456.1(238.4)	
4	S	24634.11	35319.65	27405.50	24633.92	118597.36	91955.84	3.361456.1(238.4)	
5	S	23335.34	29128.10	39682.84	23335.09	77790.71	105532.63	2.661456.1(238.4)	
6	S	13422.39	55363.05	20307.42	13422.13	157329.54	57786.90	2.841456.1(238.4)	
7	S	13422.39	17666.70	66392.88	13422.30	27675.82	103635.41	1.561456.1(238.4)	
8	S	14393.41	17666.70	20307.42	14393.35	83045.30	94892.55	4.681456.1(238.4)	
9	S	22551.68	23345.12	20293.24	22551.93	108510.96	94411.26	4.651456.1(238.4)	
10	S	22551.68	39716.17	25776.63	22551.40	130464.25	84375.49	3.281456.1(238.4)	
11	S	21669.40	32645.32	38379.75	21669.24	86825.65	101245.86	2.651456.1(238.4)	
12	S	22551.68	39716.17	25776.63	22551.40	130464.25	84375.49	3.281456.1(238.4)	
13	S	21669.40	32645.32	38379.75	21669.24	86825.65	101245.86	2.651456.1(238.4)	
14	S	13422.39	55363.05	20307.42	13422.13	157329.54	57786.90	2.841456.1(238.4)	
15	S	13422.39	17666.70	66392.88	13422.30	27675.82	103635.41	1.561456.1(238.4)	
16	S	14393.41	17666.70	20307.42	14393.35	83045.30	94892.55	4.681456.1(238.4)	
17	S	24634.11	18948.60	21922.12	24634.38	89706.91	103111.59	4.721456.1(238.4)	
18	S	24634.11	35319.65	27405.50	24633.92	118597.36	91955.84	3.361456.1(238.4)	
19	S	23335.34	29128.10	39682.84	23335.09	77790.71	105532.63	2.661456.1(238.4)	
20	S	24634.11	35319.65	27405.50	24633.92	118597.36	91955.84	3.361456.1(238.4)	
21	S	23335.34	29128.10	39682.84	23335.09	77790.71	105532.63	2.661456.1(238.4)	
22	S	13422.39	55363.05	20307.42	13422.13	157329.54	57786.90	2.841456.1(238.4)	
23	S	13422.39	17666.70	66392.88	13422.30	27675.82	103635.41	1.561456.1(238.4)	
24	S	14393.41	17666.70	20307.42	14393.35	83045.30	94892.55	4.681456.1(238.4)	

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	164.1	267.1	0.00330	154.2	269.1	-0.00674	-154.2	-269.1
2	0.00350	164.1	267.1	0.00334	154.2	269.1	-0.00597	-154.2	-269.1
3	0.00350	164.1	267.1	0.00329	159.5	249.9	-0.00743	-159.5	-249.9
4	0.00350	164.1	267.1	0.00334	154.2	269.1	-0.00597	-154.2	-269.1
5	0.00350	164.1	267.1	0.00329	159.5	249.9	-0.00743	-159.5	-249.9
6	0.00350	147.1	300.5	0.00336	133.8	303.3	-0.00688	-133.8	-303.3
7	0.00350	170.0	230.0	0.00306	161.3	230.0	-0.01489	-161.3	-230.0
8	0.00350	164.1	267.1	0.00326	159.5	249.9	-0.00854	-159.5	-249.9
9	0.00350	164.1	267.1	0.00332	154.2	269.1	-0.00640	-154.2	-269.1
10	0.00350	164.1	267.1	0.00336	145.5	287.1	-0.00601	-145.5	-287.1
11	0.00350	164.1	267.1	0.00329	159.5	249.9	-0.00725	-159.5	-249.9
12	0.00350	164.1	267.1	0.00336	145.5	287.1	-0.00601	-145.5	-287.1
13	0.00350	164.1	267.1	0.00329	159.5	249.9	-0.00725	-159.5	-249.9
14	0.00350	147.1	300.5	0.00336	133.8	303.3	-0.00688	-133.8	-303.3
15	0.00350	170.0	230.0	0.00306	161.3	230.0	-0.01489	-161.3	-230.0
16	0.00350	164.1	267.1	0.00326	159.5	249.9	-0.00854	-159.5	-249.9
17	0.00350	164.1	267.1	0.00330	154.2	269.1	-0.00674	-154.2	-269.1
18	0.00350	164.1	267.1	0.00334	154.2	269.1	-0.00597	-154.2	-269.1
19	0.00350	164.1	267.1	0.00329	159.5	249.9	-0.00743	-159.5	-249.9
20	0.00350	164.1	267.1	0.00334	154.2	269.1	-0.00597	-154.2	-269.1
21	0.00350	164.1	267.1	0.00329	159.5	249.9	-0.00743	-159.5	-249.9
22	0.00350	147.1	300.5	0.00336	133.8	303.3	-0.00688	-133.8	-303.3
23	0.00350	170.0	230.0	0.00306	161.3	230.0	-0.01489	-161.3	-230.0
24	0.00350	164.1	267.1	0.00326	159.5	249.9	-0.00854	-159.5	-249.9

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000021774	0.000006165	-0.001720224	----	----
2	0.000017360	0.000007348	-0.001311800	----	----
3	0.000024570	0.000005770	-0.002073749	----	----
4	0.000017360	0.000007348	-0.001311800	----	----
5	0.000024570	0.000005770	-0.002073749	----	----
6	0.000012993	0.000011139	-0.001758810	----	----
7	0.000050999	0.000003254	-0.005918295	----	----
8	0.000026596	0.000006642	-0.002639185	----	----
9	0.000019165	0.000007094	-0.001540357	----	----
10	0.000016179	0.000008116	-0.001323018	----	----
11	0.000023221	0.000006253	-0.001981326	----	----
12	0.000016179	0.000008116	-0.001323018	----	----
13	0.000023221	0.000006253	-0.001981326	----	----

14	0.000012993	0.000011139	-0.001758810	----	----
15	0.000050999	0.000003254	-0.005918295	----	----
16	0.000026596	0.000006642	-0.002639185	----	----
17	0.000021774	0.000006165	-0.001720224	----	----
18	0.000017360	0.000007348	-0.001311800	----	----
19	0.000024570	0.000005770	-0.002073749	----	----
20	0.000017360	0.000007348	-0.001311800	----	----
21	0.000024570	0.000005770	-0.002073749	----	----
22	0.000012993	0.000011139	-0.001758810	----	----
23	0.000050999	0.000003254	-0.005918295	----	----
24	0.000026596	0.000006642	-0.002639185	----	----

**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	3.98	164.1	267.1	-7.3	-154.2	-269.1	1746	42.4
2	S	5.36	164.1	267.1	-35.1	-154.2	-269.1	7611	134.3
3	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1
4	S	5.36	164.1	267.1	-35.1	-154.2	-269.1	7611	134.3
5	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1
6	S	3.88	164.1	267.1	-10.8	-154.2	-269.1	2896	49.5
7	S	5.49	147.1	300.5	-45.0	-145.5	-287.1	8797	162.6
8	S	6.49	164.1	267.1	-78.0	-154.2	-269.1	11782	212.1
9	S	5.49	147.1	300.5	-45.0	-145.5	-287.1	8797	162.6
10	S	6.49	164.1	267.1	-78.0	-154.2	-269.1	11782	212.1
11	S	3.98	164.1	267.1	-7.3	-154.2	-269.1	1746	42.4
12	S	5.36	164.1	267.1	-35.1	-154.2	-269.1	7611	134.3
13	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1
14	S	5.36	164.1	267.1	-35.1	-154.2	-269.1	7611	134.3
15	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1
16	S	5.30	147.1	300.5	-55.6	-133.8	-303.3	10234	190.9
17	S	8.49	170.0	230.0	-187.9	-161.3	-230.0	25932	466.5
18	S	3.48	164.1	267.1	-13.4	-159.5	-249.9	4390	84.8
19	S	6.41	147.1	300.5	-83.9	-133.8	-303.3	11556	219.1
20	S	9.79	170.0	230.0	-234.1	-161.3	-230.0	26188	473.6
21	S	3.99	164.1	267.1	-24.4	-154.2	-269.1	7294	134.3
22	S	6.41	147.1	300.5	-83.9	-133.8	-303.3	11556	219.1
23	S	9.79	170.0	230.0	-234.1	-161.3	-230.0	26188	473.6
24	S	3.99	164.1	267.1	-24.4	-154.2	-269.1	7294	134.3

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

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



e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]

sr max Massima distanza tra le fessure [mm]

wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max\*(e\_sm - e\_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi

Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]

My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.833	30.0	64	0.00002 (0.00002)	568	0.012 (990.00)	80623.35	86725.04
2	S	-0.00018	0	0.833	30.0	64	0.00011 (0.00011)	700	0.074 (990.00)	49108.78	35378.33
3	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (990.00)	27089.41	35103.96
4	S	-0.00018	0	0.833	30.0	64	0.00011 (0.00011)	700	0.074 (990.00)	49108.78	35378.33
5	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (990.00)	27089.41	35103.96
6	S	-0.00006	0	0.833	30.0	64	0.00003 (0.00003)	716	0.023 (990.00)	62431.24	67156.12
7	S	-0.00023	0	0.833	30.0	60	0.00013 (0.00013)	663	0.089 (990.00)	47545.19	29076.06
8	S	-0.00041	0	0.833	30.0	64	0.00023 (0.00023)	690	0.161 (990.00)	28049.25	31634.63
9	S	-0.00023	0	0.833	30.0	60	0.00013 (0.00013)	663	0.089 (990.00)	47545.19	29076.06
10	S	-0.00041	0	0.833	30.0	64	0.00023 (0.00023)	690	0.161 (990.00)	28049.25	31634.63
11	S	-0.00004	0	0.833	30.0	64	0.00002 (0.00002)	568	0.012 (990.00)	80623.35	86725.04
12	S	-0.00018	0	0.833	30.0	64	0.00011 (0.00011)	700	0.074 (990.00)	49108.78	35378.33
13	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (990.00)	27089.41	35103.96
14	S	-0.00018	0	0.833	30.0	64	0.00011 (0.00011)	700	0.074 (990.00)	49108.78	35378.33
15	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (990.00)	27089.41	35103.96
16	S	-0.00029	0	0.833	30.0	60	0.00017 (0.00017)	659	0.110 (990.00)	47274.01	21559.27
17	S	-0.00098	0	0.833	30.0	71	0.00056 (0.00056)	714	0.402 (990.00)	7505.91	33102.75
18	S	-0.00007	0	0.833	30.0	58	0.00004 (0.00004)	635	0.026 (990.00)	44020.70	59934.36
19	S	-0.00043	0	0.833	30.0	60	0.00025 (0.00025)	651	0.164 (990.00)	43692.18	18325.21
20	S	-0.00122	0	0.833	30.0	71	0.00070 (0.00070)	711	0.499 (990.00)	7575.27	31507.01
21	S	-0.00013	0	0.833	30.0	64	0.00007 (0.00007)	680	0.050 (990.00)	35881.34	45895.62
22	S	-0.00043	0	0.833	30.0	60	0.00025 (0.00025)	651	0.164 (990.00)	43692.18	18325.21
23	S	-0.00122	0	0.833	30.0	71	0.00070 (0.00070)	711	0.499 (990.00)	7575.27	31507.01
24	S	-0.00013	0	0.833	30.0	64	0.00007 (0.00007)	680	0.050 (990.00)	35881.34	45895.62

**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	4.06	147.1	300.5	-12.4	-145.5	-287.1	3820	70.7
2	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1
3	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1
4	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1
5	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1
6	S	4.13	147.1	300.5	-18.2	-145.5	-287.1	5786	106.0
7	S	6.49	164.1	267.1	-78.0	-154.2	-269.1	11782	212.1
8	S	6.49	164.1	267.1	-78.0	-154.2	-269.1	11782	212.1
9	S	6.49	164.1	267.1	-78.0	-154.2	-269.1	11782	212.1
10	S	6.49	164.1	267.1	-78.0	-154.2	-269.1	11782	212.1
11	S	4.06	147.1	300.5	-12.4	-145.5	-287.1	3820	70.7
12	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1
13	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1
14	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1
15	S	6.40	164.1	267.1	-69.4	-159.5	-249.9	11401	212.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00007	0	0.833	30.0	60	0.00004 (0.00004)	663	0.025 (0.20)	86233.72	50668.64
2	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (0.20)	27089.41	35103.96
3	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (0.20)	27089.41	35103.96
4	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (0.20)	27089.41	35103.96


5	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (0.20)	27089.41	35103.96
6	S	-0.00010	0	0.833	30.0	60	0.00005 (0.00005)	667	0.036 (0.20)	74262.31	36653.34
7	S	-0.00041	0	0.833	30.0	64	0.00023 (0.00023)	690	0.161 (0.20)	28049.25	31634.63
8	S	-0.00041	0	0.833	30.0	64	0.00023 (0.00023)	690	0.161 (0.20)	28049.25	31634.63
9	S	-0.00041	0	0.833	30.0	64	0.00023 (0.00023)	690	0.161 (0.20)	28049.25	31634.63
10	S	-0.00041	0	0.833	30.0	64	0.00023 (0.00023)	690	0.161 (0.20)	28049.25	31634.63
11	S	-0.00007	0	0.833	30.0	60	0.00004 (0.00004)	663	0.025 (0.20)	86233.72	50668.64
12	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (0.20)	27089.41	35103.96
13	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (0.20)	27089.41	35103.96
14	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (0.20)	27089.41	35103.96
15	S	-0.00036	0	0.833	30.0	58	0.00021 (0.00021)	653	0.136 (0.20)	27089.41	35103.96

**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	1.46	147.1	300.5	16.6	-145.5	-287.1	---	---
2	S	1.78	170.0	230.0	12.1	-159.5	-249.9	---	---
3	S	1.78	170.0	230.0	12.1	-159.5	-249.9	---	---
4	S	1.78	170.0	230.0	12.1	-159.5	-249.9	---	---
5	S	1.78	170.0	230.0	12.1	-159.5	-249.9	---	---
6	S	1.46	147.1	300.5	16.6	-145.5	-287.1	---	---
7	S	1.78	170.0	230.0	12.1	-159.5	-249.9	---	---
8	S	1.78	170.0	230.0	12.1	-159.5	-249.9	---	---
9	S	1.78	170.0	230.0	12.1	-159.5	-249.9	---	---
10	S	1.78	170.0	230.0	12.1	-159.5	-249.9	---	---
11	S	1.46	147.1	300.5	16.6	-145.5	-287.1	---	---
12	S	1.78	170.0	230.0	12.1	-159.5	-249.9	---	---
13	S	1.78	170.0	230.0	12.1	-159.5	-249.9	---	---
14	S	1.78	170.0	230.0	12.1	-159.5	-249.9	---	---
15	S	1.71	170.0	230.0	13.2	-161.3	-230.0	---	---


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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

### 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	40	cm	
sezione	tipo	rettangolare		
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$		
<b>Direzione Longitudinale</b>				
resistenza ridotta	$f'c$	9	Mpa	
braccio delle forze interne	$z_1=0.9d$	298	cm	
braccio delle forze interne	$z_2=0.9d$	90	cm	
larghezza biella	bw1	46	gradi	
larghezza biella	bw2	23	gradi	
inclinazione staffe	$\alpha$	90	kN	
inclinazione biella	$\vartheta$	41	kN	
resistenza puntoni laterali	$V_{c1}$	1855	kN	
resistenza puntone interno	$V_{c1}$	3075	kN	
resistenza puntoni	$V_c$	4930	kN	
resistenza staffe	$V_s$	4930	kN	
taglio resisitente	$V_r$	4930	kN	
taglio massimo agente	$V_{ed}$	4491	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.91		
<b>Direzione Trasversale</b>				
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	622.35	cm	
larghezza biella	bw	46.00	cm	
inclinazione biella	$\vartheta$	40.64	gradi	
resistenza puntoni	$V_c$	12828	kN	
resistenza staffe	$V_s$	12828	kN	
taglio resisitente	$V_r$	12828	kN	
taglio massimo agente	$V_{ed}$	4972.35	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.39		

 <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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

#### 8.4 Verifica minimi di armatura


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

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

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


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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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>206</b>		
diámetro del ferro longitudinale	fi	<b>30</b>	mm	
diámetro minimo armatura a taglio	fi	8	mm	
passo massimo longitudinale	p	30	cm	
area dell'armatura longitudinale	As	145613	mm <sup>2</sup>	
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	10200000	mm <sup>3</sup>	
		1.43%		>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>				
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.16</b>	g	
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.04		
interasse staffe	s	<b>100</b>	mm	
diámetro armature trasversale	$\varphi$	<b>12</b>	mm	
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm <sup>2</sup>	
Area totale staffe	Asw	2.26	mm <sup>2</sup>	
area totale legature	Asl	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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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	0.70	sec
fattore di struttura		q	1.5	
fattore di duttilità in spostamento		$\mu$	1.5	
accelerazione di riferimento pila dir. long		ag (I)	0.26	g
		w	0.11	sec
			0.03	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale		dEe	<b>0.0000</b>	m
spostamento totale relativo		<b>dEd</b>	<b>0.0469</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>40</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)	0.035	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	0.006	m	
dilatazione termica incrementata del 50%	<b>Dt</b>	<b>0.009</b>	m	
spostamento longitudinale finale				
coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45		
coefficiente controfase pile	k2	0.55		
spostamento longitudinale minimo	EL min	0.13	m	
spostamento long di calcolo	EL	0.16	m	
spostamento longitudinale	<b>EL</b>	<b>16.278</b>	m	
altri spostamenti longitudinali				
escursione longitudinale giunto	Eg	$\pm 9.1$	cm	
corsa appoggi mobili	Cap	$\pm 10.2$	cm	
ampiezza dei varchi	v	10.1	cm	

 <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 – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

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

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

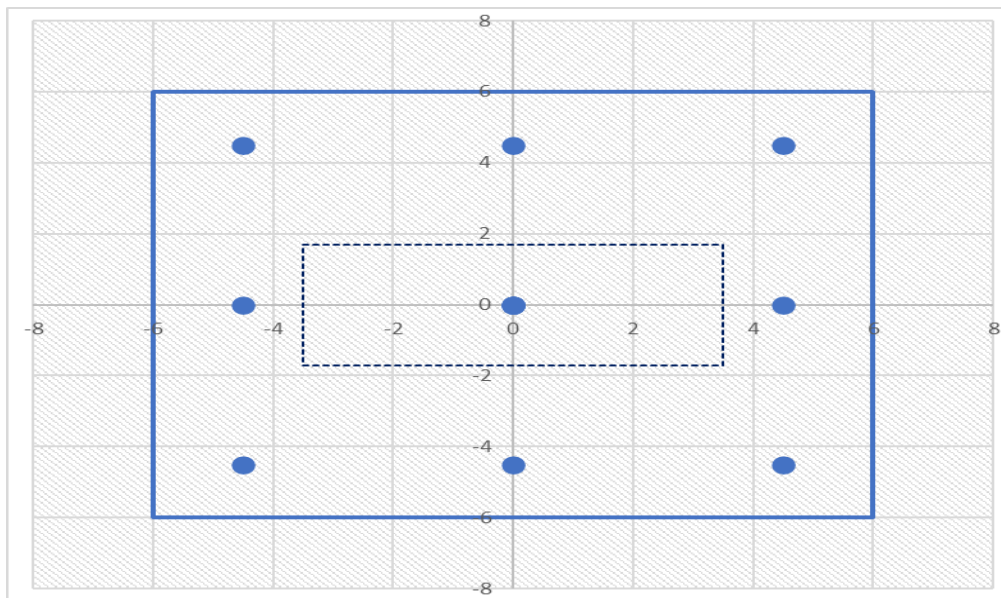
<b>L imp (m)</b>	<b>EL (cm)</b>	<b>Corsa appoggi (cm)</b>	<b>Escursione giunti (cm)</b>	<b>Varco (cm)</b>
<b>17.9</b>	12.0	7.5	7.0	8.0
<b>25</b>	14.0	8.8	8.0	9.0
<b>40</b>	17.0	10.6	9.5	10.5
<b>50</b>	19.0	11.9	10.5	11.5
<b>60</b>	22.0	13.8	12.0	13.0



## 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.	9		
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	1	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	2.8	m	
direzione trasversale	a/h	0.333333	<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	0	4.5	6368.2	4359.8	6779.8
2	0	-4.5	3373.7	1822.9	-597.1
3	4.5	4.5	7517.9	8629.2	8125.4
4	4.5	-4.5	4523.5	6092.4	748.5
5	-4.5	-4.5	2224.0	-2446.5	-1942.7
6	-4.5	4.5	5218.5	90.3	5434.2
7	4.5	0	6020.7	7360.8	4437.0
8	-4.5	0	3721.3	-1178.1	1745.7
9	0	0	4871.0	3091.3	3091.3
	0	0	4871.0	3091.3	3091.3
	0	0	4871.0	3091.3	3091.3
	0	0	4871.0	3091.3	3091.3
taglio combinato in			174.1276	499.5215	510.757
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	4.5	4512.8	4359.8	6779.8
2	0	-4.5	1976.0	1822.9	-597.1
3	4.5	4.5	5858.4	8629.2	8125.4
4	4.5	-4.5	3321.6	6092.4	748.5
5	-4.5	-4.5	630.3	-2446.5	-1942.7
6	-4.5	4.5	3167.1	90.3	5434.2
7	4.5	0	4590.0	7360.8	4437.0
8	-4.5	0	1898.7	-1178.1	1745.7
9	0	0	3244.4	3091.3	3091.3
	0	0	3244.4	3091.3	3091.3
	0	0	3244.4	3091.3	3091.3
	0	0	3244.4	3091.3	3091.3
taglio combinato in			291.1452	499.5215	510.757

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>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

## 9.1 Dimensionamento armature

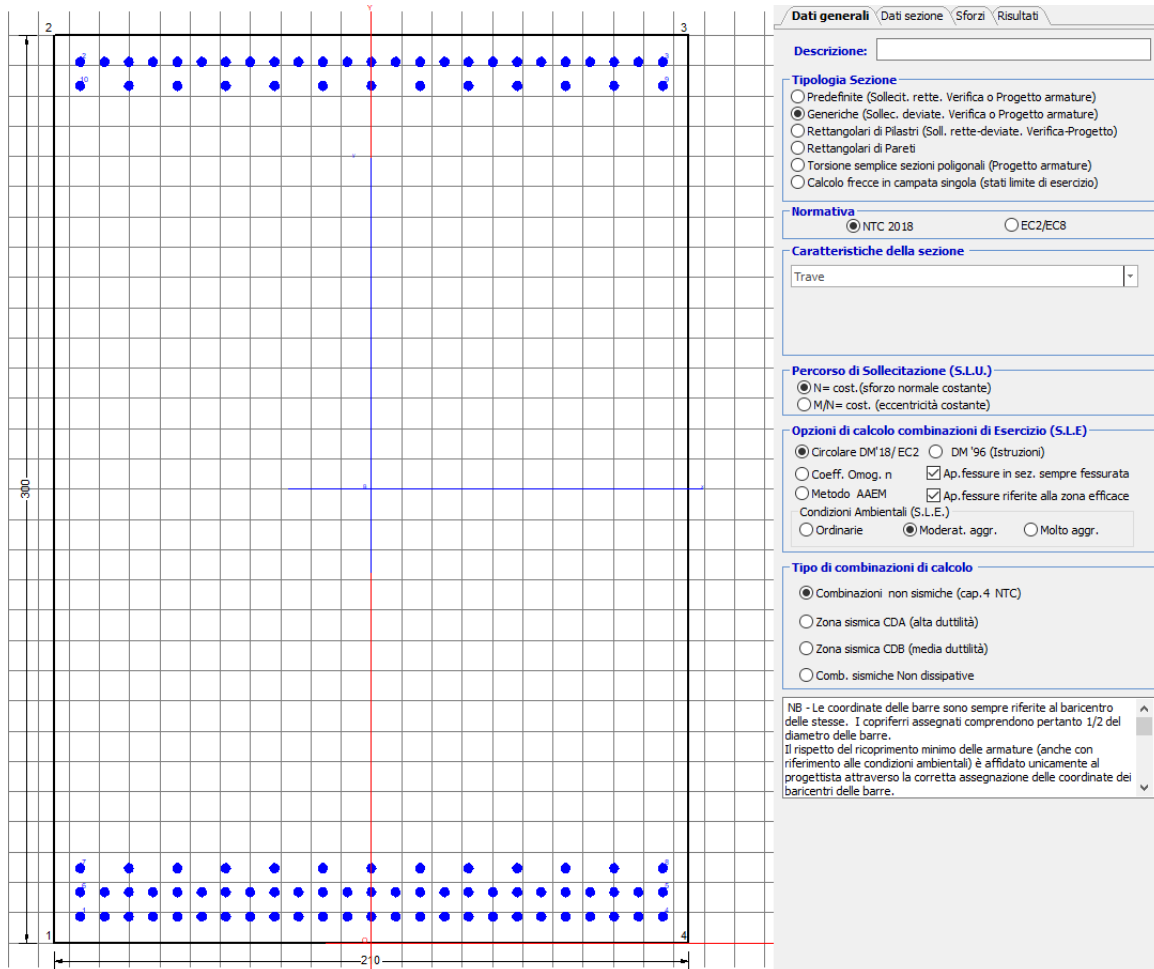
<b><i>posizione del palo più sollecitato</i></b>				
coordinata in direzione trasversale		X	4.5	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	4.5	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	6.36396	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	25.2394	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	7622.42	KN
forza di trazione risultante		T	16169.6	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	11433.6	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	11433.6	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<b><i>dimensionamento armature</i></b>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	29219.6	mm <sup>2</sup>
diametro armatura		$\Phi$	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	3	
lunghezza di collaborazione		L	2.5317	m
numero di ferri per strato		n	25	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	53014.4	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.55116	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	29219.6	mm <sup>2</sup>
diametro armatura		$\Phi$	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	3	
lunghezza di collaborazione		L	2.75246	m
numero di ferri per strato		n	28	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	59376.1	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.49211	
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_t$	215.67	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_l$	192.563	MPa

## 9.2 Verifica a prso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 210x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa

Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50 daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

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

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	291.3	30
3	96.3	291.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	30
8	96.3	24.7	30
9	96.3	283.3	30
10	-96.3	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	9	10	11	30
5	7	8	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	14498.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	14037.00	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	10659.00	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	10100.00 (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	5652.00 (11799.83)	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	14498.00	0.00	0.00	47553.85	0.00	3.28 445.3(90.5)	
2	S	0.00	14037.00	0.00	0.00	47553.85	0.00	3.39 445.3(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 3.06 105.0 300.0 -95.6 -80.3 8.7 7980 445.3

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00050	0	0.908	30.0	72	0.00029 (0.00029)	411 0.120 (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	2.90	105.0	300.0	-90.6	-96.3	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	-0.00047	0	0.908	30.0	72	0.00027 (0.00027)	411 0.112 (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	1.62	105.0	300.0	-50.7	-80.3	8.7	7980	445.3

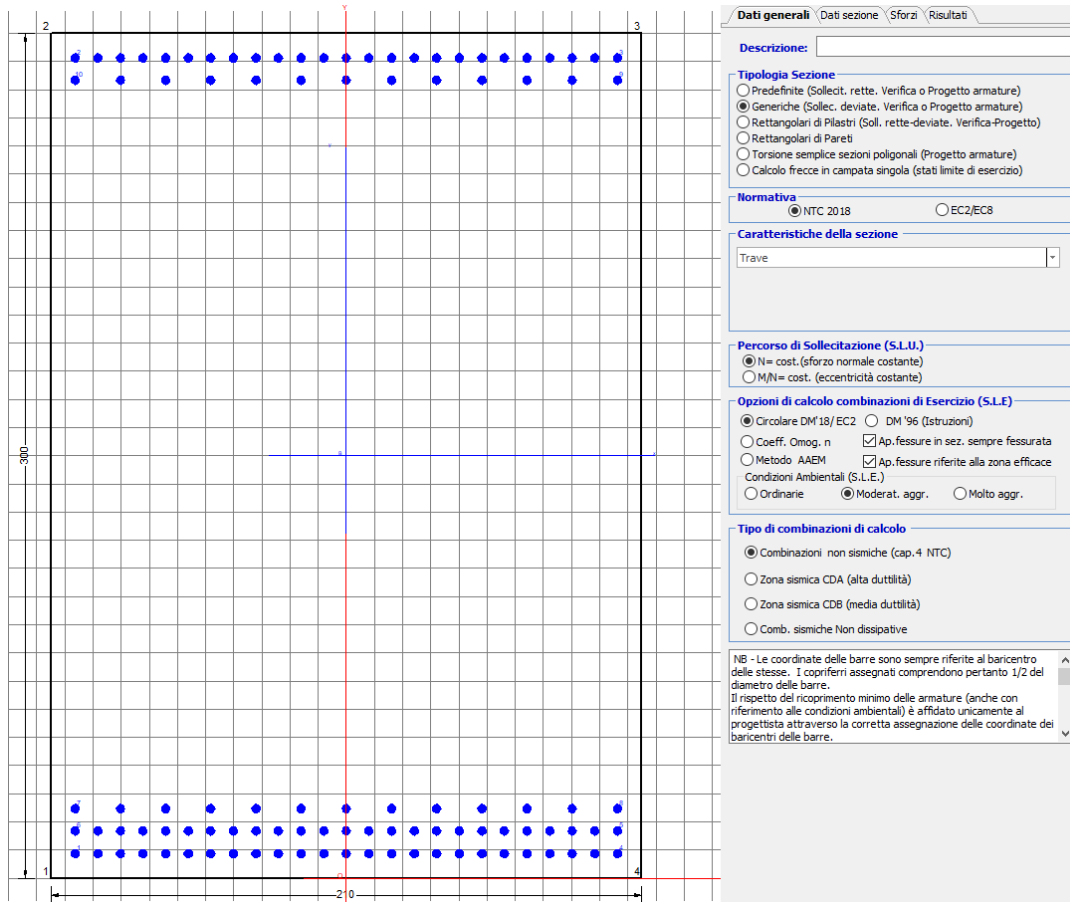
**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00026	0	0.908	30.0	72	0.00015 (0.00015)	411 0.062 (0.20)	11799.83	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 fod:	14.160 MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00

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

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

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

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	291.3	30
3	96.3	291.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	30
8	96.3	24.7	30
9	96.3	283.3	30
10	-96.3	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	9	10	11	30
5	7	8	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	14498.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	14037.00	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	10659.00	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	10100.00 (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	5652.00 (11799.83)	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	14498.00	0.00	0.00	47553.85	0.00	3.28 445.3(90.5)	
2	S	0.00	14037.00	0.00	0.00	47553.85	0.00	3.39 445.3(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	3.06	105.0	300.0	-95.6	-80.3	8.7	7980	445.3

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm Esito della verifica
------	--

e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace 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	-0.00050	0	0.908	30.0	72	0.00029 (0.00029)	411	0.120 (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	2.90	105.0	300.0	-90.6	-96.3	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	-0.00047	0	0.908	30.0	72	0.00027 (0.00027)	411	0.112 (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	1.62	105.0	300.0	-50.7	-80.3	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	-0.00026	0	0.908	30.0	72	0.00015 (0.00015)	411	0.062 (0.20)	11799.83	0.00

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI03 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 305 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	EC (1999) - BS 8110	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	33.6901	gradi
perimetro zona critica			u1	28.3686	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	4.515	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	4.70524	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	29.4038	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			f <sub>ck</sub>	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			f <sub>cd</sub>	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			V <sub>ed</sub>	9184.7	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			v <sub>ed</sub>	1.30684	MPa
resistenza associata			v <sub>Rd,max</sub>	5	MPa
				0.26137	
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento</b>					
coefficiente di dato dai carichi			CR <sub>d,c</sub>	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			q <sub>ly</sub>	0.0081	
percentuale geometrica armatura fless. long			q <sub>lz</sub>	0.00812	
percentuale meccanica complessiva			q <sub>l</sub>	0.01147	
coefficiente			k <sub>1</sub>	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			v <sub>ed</sub>	0.43731	MPa
			v <sub>Rd,c</sub>	0.68403	MPa
				0.63931	

 <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 – P4	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</b>	REV. <b>B</b>

## 10. PALI DI FONDAZIONE

### 10.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

### 10.2 Verifica strutturale

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

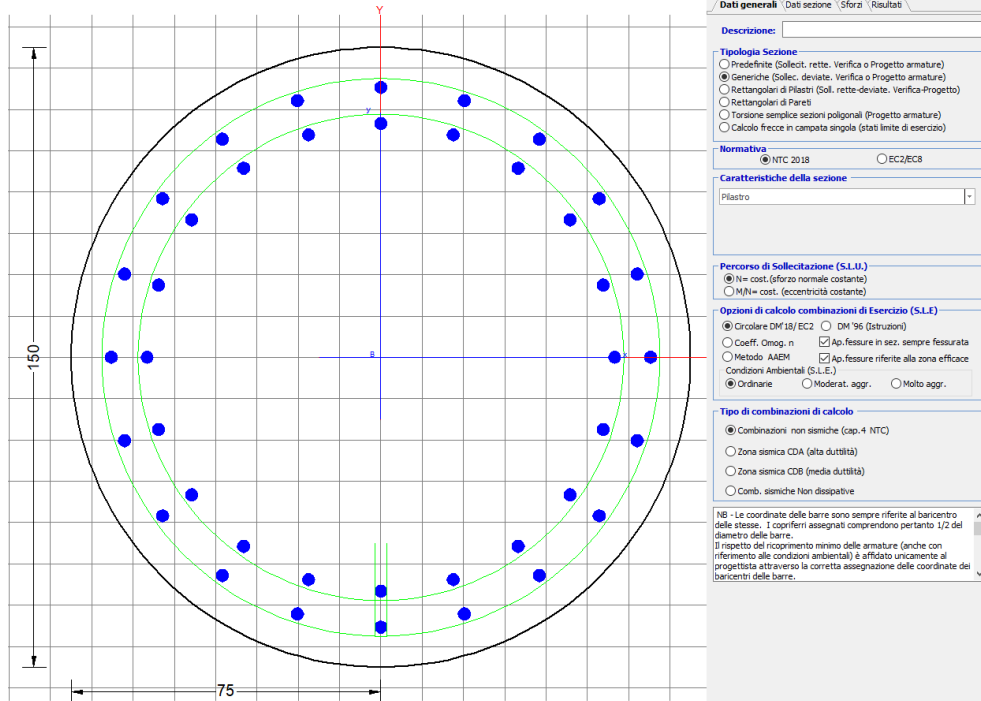
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>51384</b>	1702	1212	40425	31042	
E_103x_SLV_q=1.36_63	33480	5252	1843	76504	27810	
E_103y_SLV_q=1.36_64	33480	3092	4219	28559	85632	
E_103x_SLV_q=1.36_63	33480	5252	1843	<b>76504</b>	27810	
E_103y_SLV_q=1.36_64	33480	3092	4219	28559	<b>85632</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	7580.88	7261.8	5042.13
2	0	-3.6	3837.78	178.097	2397.77
3	3.6	3.6	9018.02	8549.3	9006.58
4	3.6	-3.6	5274.92	1465.6	6362.22
5	-3.6	-3.6	2400.64	-1109.4	-1566.7
6	-3.6	3.6	6143.73	5974.3	1077.67
7	3.6	0	7146.47	5007.45	7684.4
8	-3.6	0	4272.19	2432.45	-244.51
9	0	0	5709.33	3719.95	3719.95
taglio equivalente			232.17	618.415	581.172
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	3
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	9018	189	135	567	404
combo2	8549	584	205	1751	614
combo3	9007	344	469	1031	1406
combo4	-1567	344	469	1031	1406





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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	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	9184.70	460.16	577.95	0.00	0.00
2	1666.06	278.19	315.59	0.00	0.00
3	9018.02	565.42	402.74	0.00	0.00
4	9184.70	460.16	577.95	0.00	0.00
5	9018.02	565.42	402.74	0.00	0.00
6	9184.70	460.16	577.95	0.00	0.00
7	9006.58	1027.32	1401.51	0.00	0.00
8	-1566.69	1027.32	1401.51	0.00	0.00
9	8549.30	1744.80	612.12	0.00	0.00
10	9006.58	1027.32	1401.51	0.00	0.00
11	8549.30	1744.80	612.12	0.00	0.00
12	9006.58	1027.32	1401.51	0.00	0.00

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

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

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	6468.42	317.01	376.29
2	1414.68	317.01	367.13
3	6353.48	389.74	254.83
4	6468.42	317.01	376.29
5	6353.48	389.74	254.83
6	6468.42	317.01	376.29
7	6950.62	505.48	852.04
8	388.92	505.48	852.04
9	6223.06	854.74	370.83
10	6777.13	505.48	852.04
11	6223.06	984.50	370.83
12	6777.13	505.48	857.46

**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	6468.42	317.01 (0.00)	376.29 (0.00)
2	1414.68	317.01 (1746.79)	367.13 (2022.96)
3	6468.42	317.01 (0.00)	376.29 (0.00)
4	6468.42	317.01 (0.00)	376.29 (0.00)
5	6468.42	317.01 (0.00)	376.29 (0.00)
6	6468.42	317.01 (0.00)	376.29 (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	3923.68	2.01 (0.00)	58.47 (0.00)
2	3369.86	2.01 (0.00)	58.47 (0.00)
3	3923.68	2.01 (0.00)	58.47 (0.00)
4	3923.68	2.01 (0.00)	58.47 (0.00)
5	3923.68	2.01 (0.00)	58.47 (0.00)
6	3923.68	2.01 (0.00)	58.47 (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 [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	9184.70	460.16	577.95	9184.80	4724.34	5923.41	10.26	282.7(53.0)
2	S	1666.06	278.19	315.59	1666.21	4131.08	4690.38	14.86	282.7(53.0)
3	S	9018.02	565.42	402.74	9017.87	6166.40	4389.77	10.90	282.7(53.0)
4	S	9184.70	460.16	577.95	9184.80	4724.34	5923.41	10.26	282.7(53.0)
5	S	9018.02	565.42	402.74	9017.87	6166.40	4389.77	10.90	282.7(53.0)
6	S	9184.70	460.16	577.95	9184.80	4724.34	5923.41	10.26	282.7(53.0)
7	S	9006.58	1027.32	1401.51	9006.76	4475.36	6103.93	4.36	282.7(53.0)
8	S	-1566.69	1027.32	1401.51	-1566.79	3023.94	4122.15	2.94	282.7(53.0)
9	S	8549.30	1744.80	612.12	8549.10	7118.57	2495.12	4.08	282.7(53.0)
10	S	9006.58	1027.32	1401.51	9006.76	4475.36	6103.93	4.36	282.7(53.0)
11	S	8549.30	1744.80	612.12	8549.10	7118.57	2495.12	4.08	282.7(53.0)
12	S	9006.58	1027.32	1401.51	9006.76	4475.36	6103.93	4.36	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	58.7	2.6	0.00304	52.8	38.4	-0.00315	-52.8	-38.4
2	0.00350	56.3	2.6	0.00277	52.8	38.4	-0.00677	-52.8	-38.4
3	0.00350	43.5	2.6	0.00304	38.4	52.8	-0.00320	-38.4	-52.8
4	0.00350	58.7	2.6	0.00304	52.8	38.4	-0.00315	-52.8	-38.4
5	0.00350	43.5	2.6	0.00304	38.4	52.8	-0.00320	-38.4	-52.8
6	0.00350	58.7	2.6	0.00304	52.8	38.4	-0.00315	-52.8	-38.4
7	0.00350	60.5	38.3	0.00304	52.8	38.4	-0.00320	-52.8	-38.4
8	0.00350	60.5	38.3	0.00258	52.8	38.4	-0.00981	-52.8	-38.4
9	0.00350	24.8	68.8	0.00303	20.2	62.1	-0.00335	-20.2	-62.1
10	0.00350	60.5	38.3	0.00304	52.8	38.4	-0.00320	-52.8	-38.4
11	0.00350	24.8	70.2	0.00303	20.2	62.1	-0.00335	-20.2	-62.1
12	0.00350	60.5	38.1	0.00304	52.8	38.4	-0.00320	-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	0.000037077	0.000029521	-0.000054556	----	----
2	0.000055040	0.000048517	-0.002002794	----	----

3	0.000027697	0.000038885	-0.000080533	----	----
4	0.000037077	0.000029521	-0.000054556	----	----
5	0.000027697	0.000038885	-0.000080533	----	----
6	0.000037077	0.000029521	-0.000054556	----	----
7	0.000038523	0.000028238	-0.000082297	----	----
8	0.000076495	0.000056071	-0.003613339	----	----
9	0.000016154	0.000046047	-0.000159882	----	----
10	0.000038523	0.000028238	-0.000082297	----	----
11	0.000016154	0.000046047	-0.000159882	----	----
12	0.000038523	0.000028238	-0.000082297	----	----

**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	4.08	57.4	0.0	29.6	-52.8	-38.4	----	----
2	S	1.84	56.8	0.0	-7.0	-52.8	-38.4	647	14.1
3	S	3.97	41.0	0.0	29.6	-38.4	-52.8	----	----
4	S	4.08	57.4	0.0	29.6	-52.8	-38.4	----	----
5	S	3.97	41.0	0.0	29.6	-38.4	-52.8	----	----
6	S	4.08	57.4	0.0	29.6	-52.8	-38.4	----	----
7	S	5.44	64.5	0.0	18.1	-52.8	-38.4	----	----
8	S	3.66	64.5	0.0	-82.4	-52.8	-38.4	2635	63.6
9	S	4.97	29.9	0.0	14.9	-20.2	-62.1	----	----
10	S	5.36	64.5	0.0	16.9	-52.8	-38.4	----	----
11	S	5.25	26.4	0.0	11.2	-20.2	-62.1	----	----
12	S	5.37	64.6	0.0	16.8	-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	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00005	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	668	0.014 (990.00)	1746.79	2022.96
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	-0.00046	0	0.833	30.0	82	0.00025 (0.00025)	631	0.156 (990.00)	619.15	1043.64
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	4.08	57.4	0.0	29.6	-52.8	-38.4	---	---
2	S	1.84	56.8	0.0	-7.0	-52.8	-38.4	647	14.1
3	S	4.08	57.4	0.0	29.6	-52.8	-38.4	---	---
4	S	4.08	57.4	0.0	29.6	-52.8	-38.4	---	---
5	S	4.08	57.4	0.0	29.6	-52.8	-38.4	---	---
6	S	4.08	57.4	0.0	29.6	-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	-0.00005	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	668	0.014 (0.20)	1746.79	2022.96
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	1.92	75.0	0.0	25.1	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.67	75.0	0.0	21.3	-65.3	0.0	---	---
3	S	1.92	75.0	0.0	25.1	-65.3	0.0	---	---
4	S	1.92	75.0	0.0	25.1	-65.3	0.0	---	---
5	S	1.92	75.0	0.0	25.1	-65.3	0.0	---	---
6	S	1.92	75.0	0.0	25.1	-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 – P4</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0305002</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	51384	1702	1212	40425	31042	
E_103x_SLV_q=1_66	33480	<b>6370</b>	2214	101356	36862	
E_103y_SLV_q=1_67	33480	3428	<b>5456</b>	36015	115806	
E_103x_SLV_q=1_66	33480	6370	2214	101356	36862	
E_103y_SLV_q=1_67	33480	3428	5456	36015	115806	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T <sub>x</sub>	6370	3428
sollecitazione massima direzione y	T <sub>y</sub>	2214	5456
vettore complessivo, singolo palo	T	749	716

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	14	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	A <sub>sw</sub>	3.1	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	15.0	cm
copriferro netto + staffa + f <sub>i</sub> /2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	2839	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	1772	kN
taglio resistente	V <sub>r</sub>	1772	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	749	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.42	

## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	220 kg/mc
Plinto di fondazione	190 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 140 kg/mc