

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

**VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 650m**

*Relazione di calcolo Pile - P5*

SCALA:

-

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

**RS3T    30    D    09    CL    VI1505    007    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: RS3T30D09CLVI1505007B

n. Elab.: 09\_371\_6

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	8
3.	MATERIALI .....	8
3.1	Verifiche SLE.....	9
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	9
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	10
4.	DATI DI BASE .....	11
4.1	Geometrie di base.....	11
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	13
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	13
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	18
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	19
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	19
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	20
5.3	Carichi da traffico verticali .....	20
5.4	Effetti dinamici .....	22
5.5	Disposizione treni di carico.....	22
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	26
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	26
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	28
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	29
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i> .....	30
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	30
5.7	Azione Sismica .....	33
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	34
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	35
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	40
5.7.4	<i>Check analisi statica</i> .....	41
5.7.5	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	42
5.7.6	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	43
5.8	Azione Idrostatica.....	44
6.	SOLLECITAZIONI .....	47
6.1	Combinazioni di carico .....	47
6.1.1	<i>Configurazione 1</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

6.1.2	Configurazione 2 .....	53
6.1.3	Configurazione 3 .....	59
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	65
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	65
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	71
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	74
8.	FUSTO PILA .....	74
8.1	Modellazione .....	76
8.2	Verifica a presso flessione .....	76
8.3	Verifica a taglio .....	85
8.4	Verifica minimi di armatura .....	86
8.5	Verifica spostamenti.....	88
9	PLINTO DI FONDAZIONE.....	91
9.1	Dimensionamento armature .....	93
9.2	Verifica a presso-flessione.....	95
9.2.1	Direzione trasversale.....	95
9.2.2	Direzione longitudinale.....	100
9.3	Verifica a punzonamento .....	105
10	PALI DI FONDAZIONE.....	106
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo.....	106
10.2	Verifica strutturale .....	106
10.3	Verifica a taglio .....	114
11	INCIDENZE .....	115

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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 VI15 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 5 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 21.00m, e variazione di luce 50-60m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI15 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 650m, ed è costituito da 16 campate isostatiche di luce 25m, 40m, 50m e 60m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla ). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, gli impalcati di luce maggiore con una sezione mista a due travi.

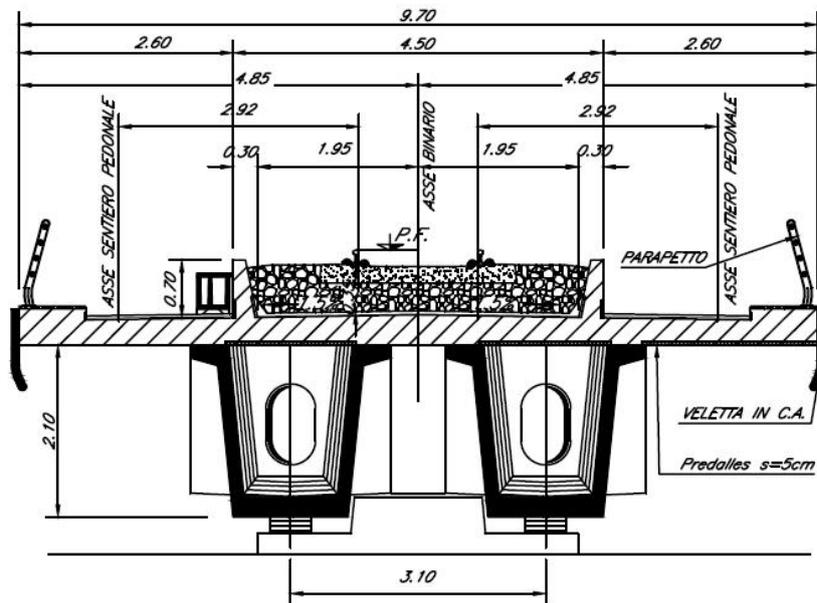
Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 4.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 2.50m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 16.5x12, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1500 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 12 e disposti ad interessa minimi di 4.5m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.50 m.

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



Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx





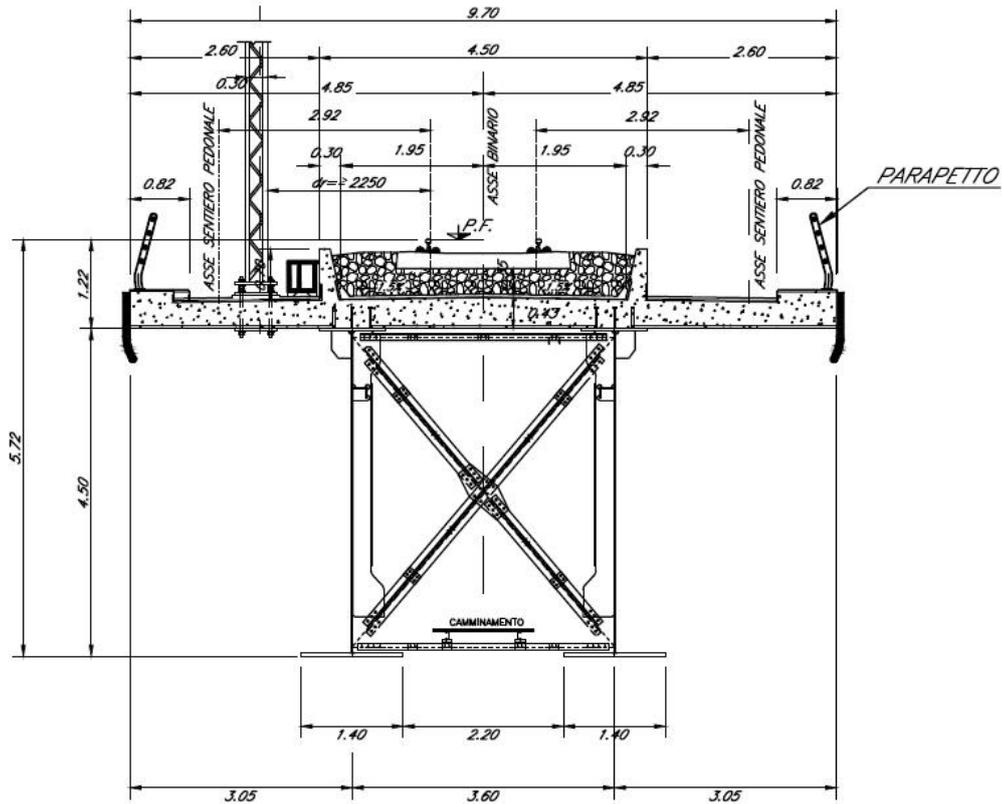


Figura 2: sezione trasversale impalcato

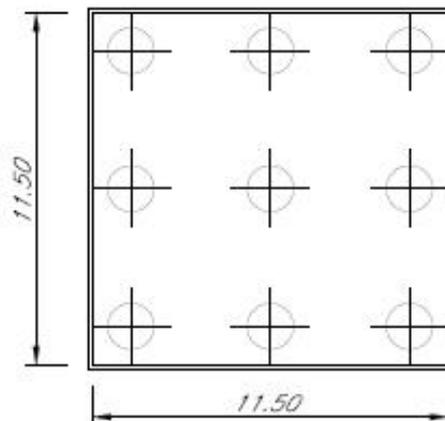
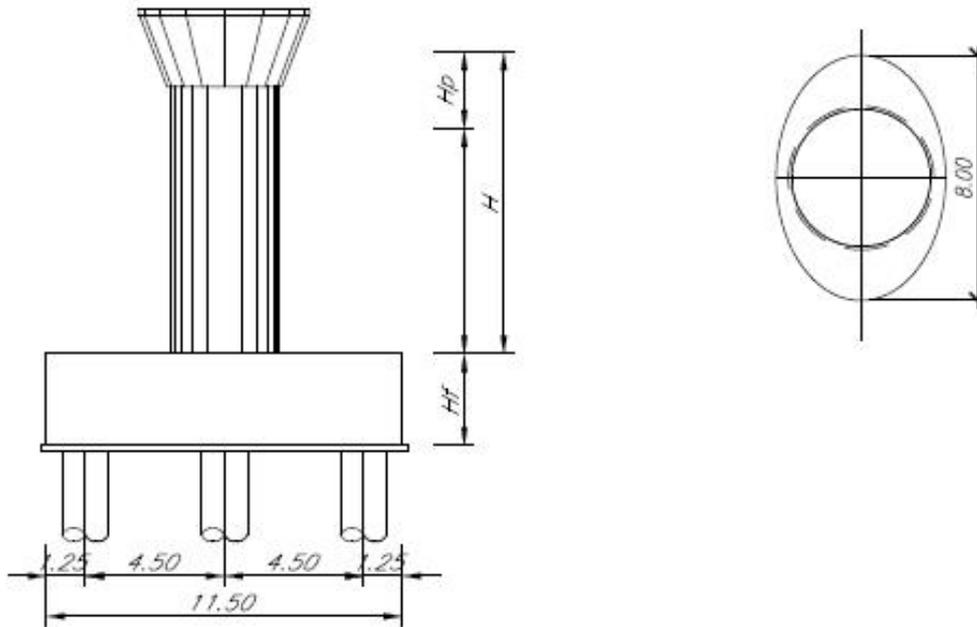


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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 provvisoriale, 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>ck</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>ck</sub>	<b>28</b>	<i>MPa</i>

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

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

### 3.1 Verifiche SLE

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

#### 3.1.1 Verifiche tensionali

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

#### tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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..

## 4. DATI DI BASE

### 4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 4.5m, una altezza complessiva di 21.00m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1500mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

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.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	21	m
tipologia di sezione					<b>circolare</b>	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	2.25	m
area della sezione				A	15.904	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	20.129	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	20.129	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	7555	kN
<b>PULVINO</b>						
asse minore ellisse				a	5.48	m
asse maggiore ellisse				b	8	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	1794	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
asse minore ellisse				a	16.5	m
asse maggiore ellisse				b	12	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	182.1	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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

#### 4.2 Modelli di analisi e verifica

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

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

#### 4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr4_centrif	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	1

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

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

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

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

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

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

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

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

 <b>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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

## 5. ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Peso proprio elementi strutturali

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

viadotto a binario					Singolo			
lato impalcato					<b>SX</b>			<b>DX</b>
tipologia di impalcato					2TR			2TR
luce impalcato					50	m		60
								m
<b>DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE</b>								
altezza cassoncino				h	2.8	m		2.8
spessore medio soletta				s	0.4	m		0.426804
estradosso impalcato				H	3.2	m		3.226804
spessore ballast + rotaia				hb	0.88	m		0.88
altezza PF da estradosso trave				h2	1.19	m		1.225
								m
lunghezza travata				L	49.6	m		60
luce appoggi travata				La	48	m		58
larghezza totale impalcato				B	9.7	m		
peso permanente strutturale				G1	6544	kN		6885
peso permanenti non strutt				G2	5570	kN		7878
								kN
								kN
<b>Altezze da intradosso del cassoncino</b>								
baricentro del cassoncino				gc	1.12	m		0.00
area cassoncino				Ac	0.12	m <sup>2</sup>		0.00
baricentro della soletta				gs	2.33	m		0.00
area soletta				As	3.00	m <sup>2</sup>		0.00
								m <sup>2</sup>
baricentro sezione trave+soletta		(da intradosso trave)		Gb1	2.09	m		2.80
baricentro del ballast		(da intradosso trave)		Gb2	3.64	m		3.666804
altezza piano del ferro		(da intradosso trave)		H	3.99	m		4.025
baricentro treno		(da intradosso trave)		Gb3	5.79	m		5.825

 <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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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:

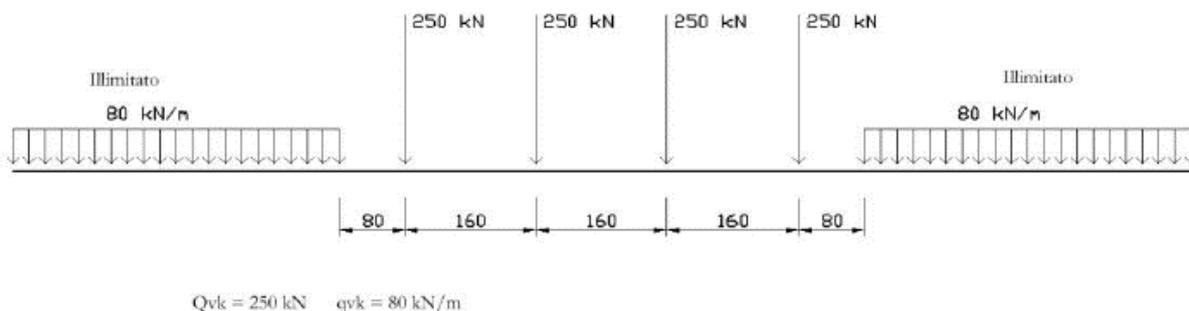
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	6715	204
scarichi estradosso Pila - G2	6724	1385
scarichi estradosso Fondazione - G1	16461	204
scarichi estradotto Fondazione - G2	6724	1385
scarichi sui Pali - G1	30912	204
scarichi sui Pali - G2	6724	1385

## 5.3 Carichi da traffico verticali

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

### ➤ *Modello di carico LM71*

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



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

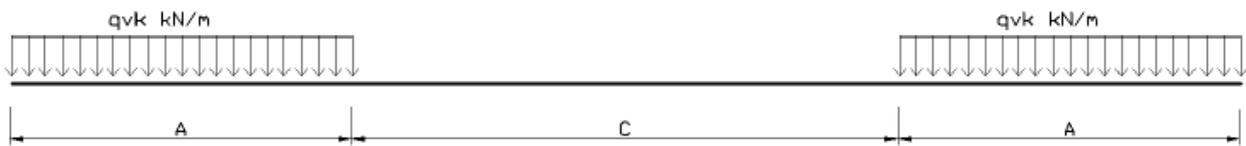
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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 “ $\alpha$ ”
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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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	5514	791	551
COMBO ML	4005	4806	401
COMBO MT	5514	791	551

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

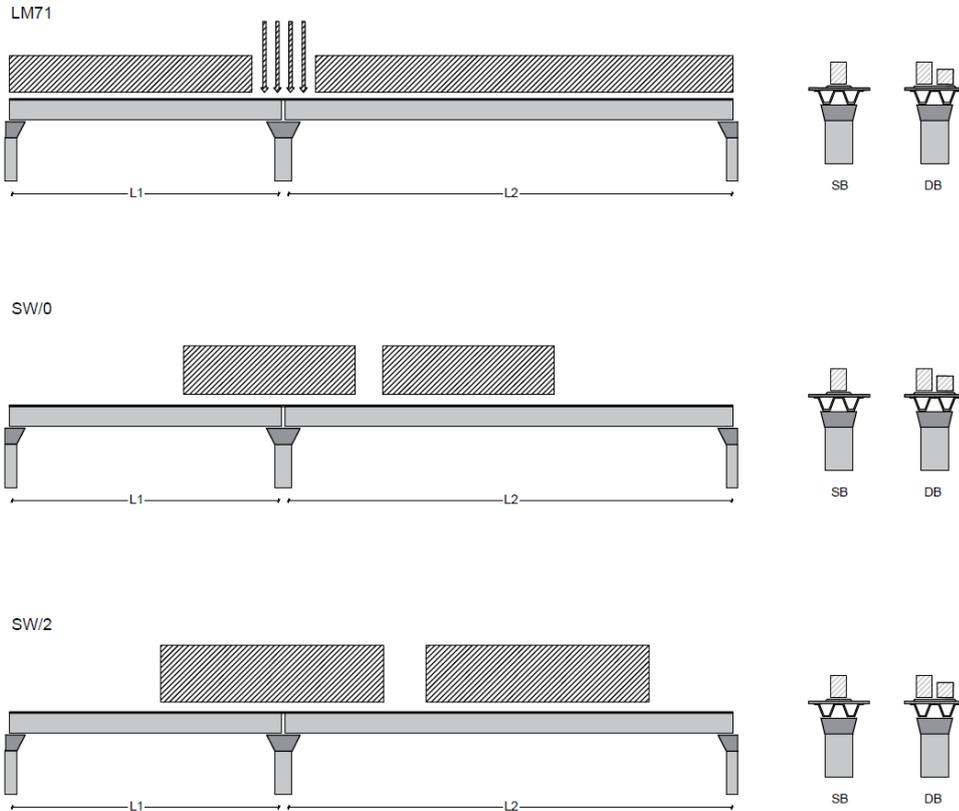


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

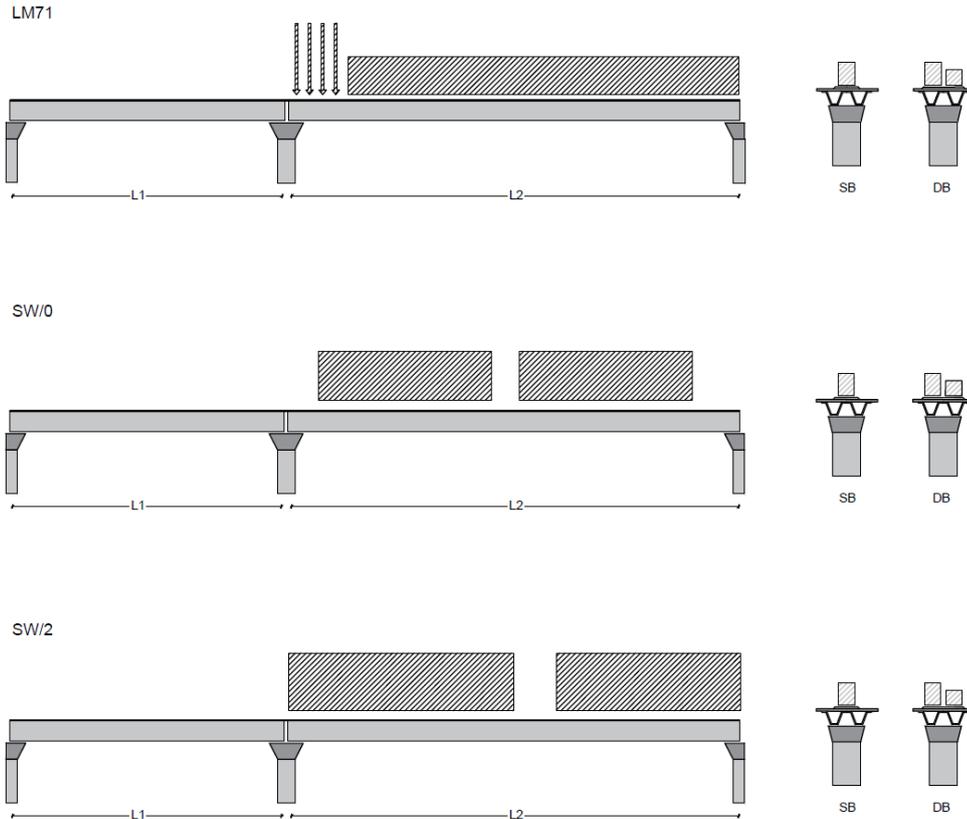


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

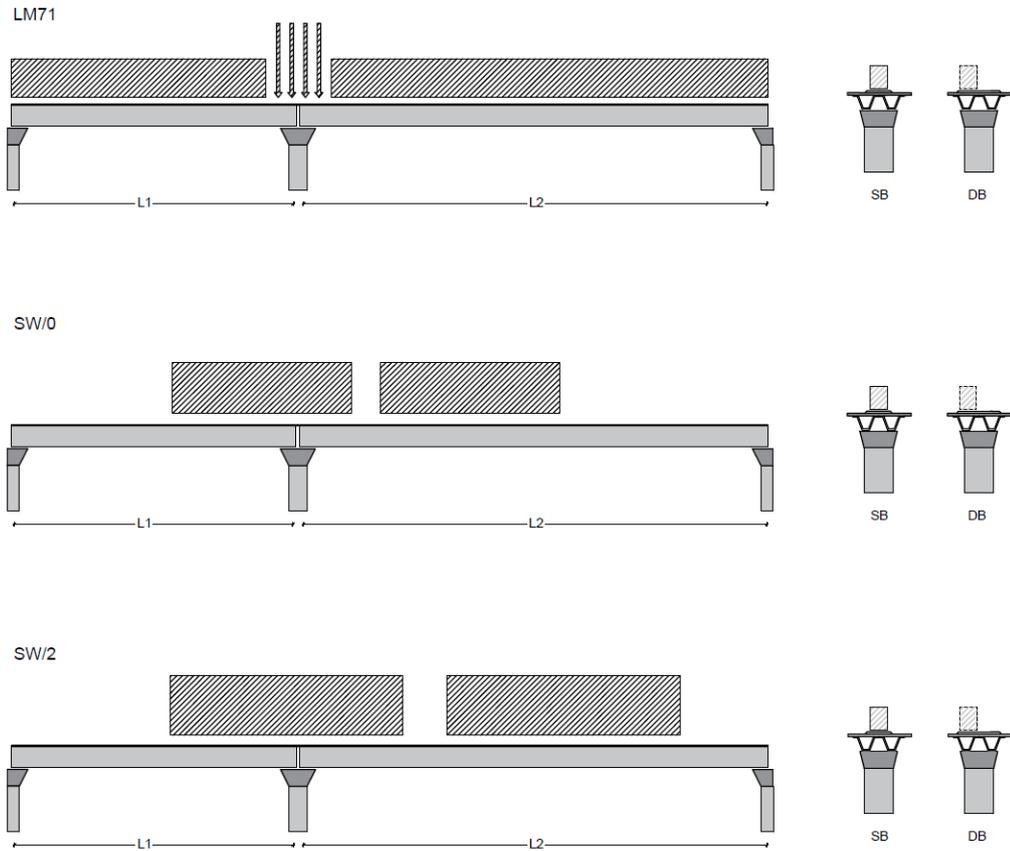


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	10000000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	48	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.793494	
<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	289.0	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	92.5	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	<b>0.0</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>0.0</b>	kN/m
<b>LM71 caso b</b>							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.79	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	262.8	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	84.1	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	0.0	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.0	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	157.66	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.00	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	0.0012414	0	0.00124	0.068028	0.43244

 <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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.2 Serpeggio

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

viadotto a binario		<b>Singolo</b>		
combinazione treni		<b>SW/2</b>		
valore caratteristico della forza		Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento		a	1	
coefficiente di adattamento				
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali				
altezza baggioni e apparecchi d'appoggio			0.45	m
altezza impalcato + soletta			3.226804	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>465.6804</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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>60</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	60	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1320	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	50		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1750		

#### 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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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	60	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>6715</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>6724</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>7883</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>422.8</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>190.3</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>282</b>	m
parametro adimensionale	ks	<b>0.36</b>	
coefficiente di altitudine	ca	1	
velocità di base di riferimento	Vb	28	m/s

	tempo di ritorno azione del vento	Tr	112.5	anni
	coefficiente di ritorno	cr	1.04562	
	velocità di riferimento	Vr	29.2775	m/s
	tab. 3.3.I	Zona	4	
	tab.3.3.II	Categoria	II	
	tab. 3.3.III	Classe rug	D	
	fattore di terreno	Kr	0.19	
	lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
	altezza minima	zmin	4	m
<b>VENTO SULL'IMPALCATO</b>				
ponte carico				
	altezza pila	z1	21	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	21.45	m
	altezza di riferimento	z	26.16	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	3.00	
	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	1605.35	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	4.42	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	9.42	m
		d/h	1.02972	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.11683	
	forza trasversale	fx	32.0	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1754.2	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	9051.8	kn/m

ponte scarico				
altezza di impatto treno o barriere	htot	9.3	m	
rapporto geometrico	d/h	1.04301		
coefficiente di forza trasversale	cfx	2.11317		
forza trasversale	fx	<b>31.5</b>		
forza equivalente in testa pila	Fx	<b>1564.8</b>	kN	
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>7980.7</b>	kn/m	
<b>VENTO SULLA PILA</b>				
direzione trasversale				
altezza di riferimento	z	21	m	
coefficiente di topografia	ct	1		
coefficiente di esposizione	ce	2.84347		
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3	
pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2	
pressione statica di picco	qpicco	1605.35	n/m2	
		1.60535	Kpa	
tipologia di sezione			<b>circolare</b>	
larghezza trasversale pila	b	0	m	
larghezza longitudinale pila	d	0	m	
raggio della sezione	R	2.25	m	
rapporto geometrico	b/d	0.1		
rapporto geometrico	r/b	0.1		
coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2		
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75		
viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s	
numero di Reynolds	Re	1.3E+07		
materiale pila			<b>cls ruvido</b>	
rugosità equivalente	k	1	mm	
rapporto	k/b	0.00044		

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90754	
	rapporto geometrico	l/b	4.66667	
	snellezza effettiva	$\lambda$	4.66667	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.66362	
	forza trasversale	f tras	<b>1.0</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>20.3</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>12.6</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	2.25	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90754	
	rapporto geometrico	l/b	4.66667	
	snellezza effettiva	$\lambda$	4.66667	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.66362	
	forza longitudinale	f lon	0.96684	
	forza equivalente in testa pila	F lon	20.3036	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	12.6	m

## 5.7 Azione Sismica

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

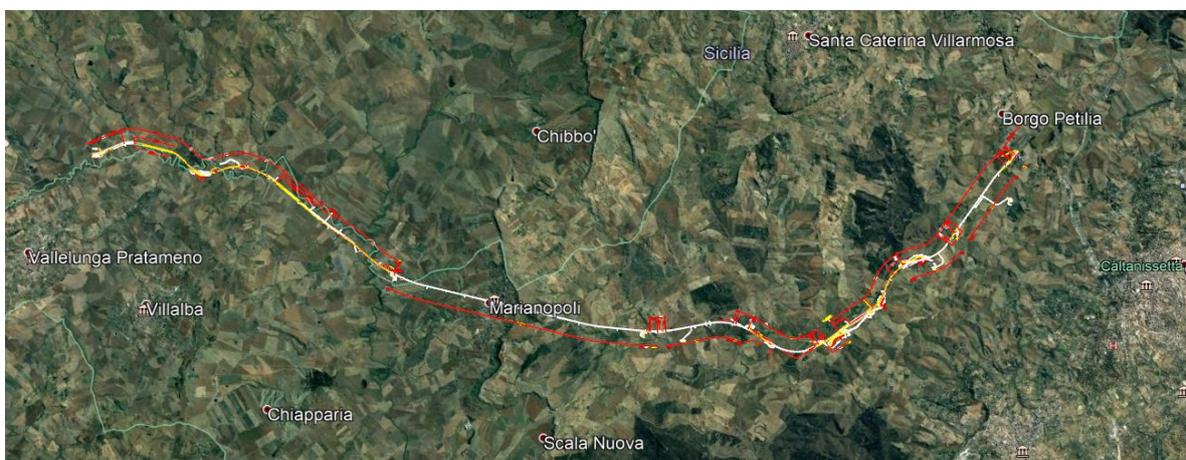


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

---

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

---

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta →

Variabilità dei parametri →

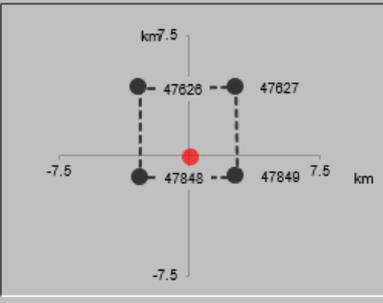
---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri →

---

**Nodi del reticolo intorno al sito**



**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione



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

---

INTRO

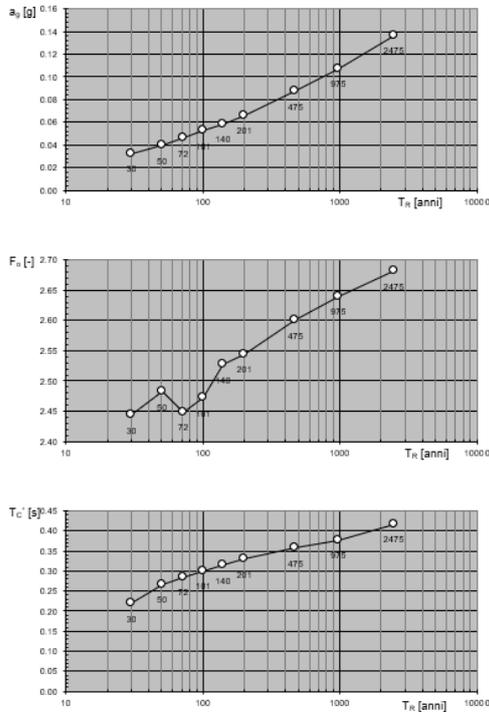
**FASE 1**

FASE 2

FASE 3

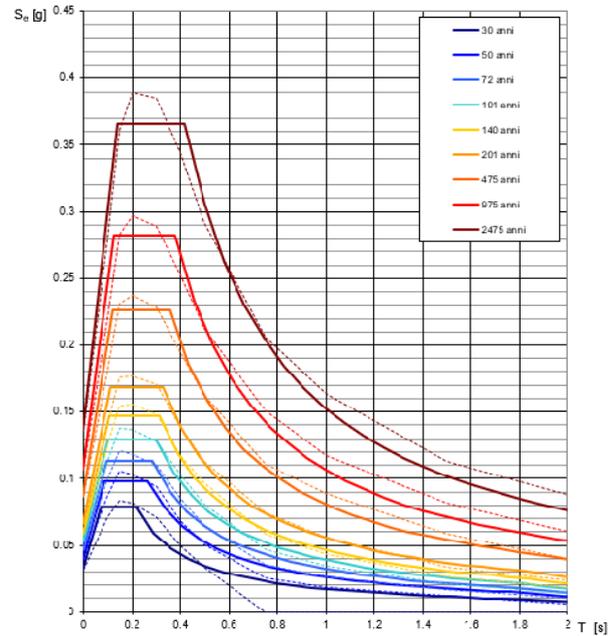
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato **SLV** info

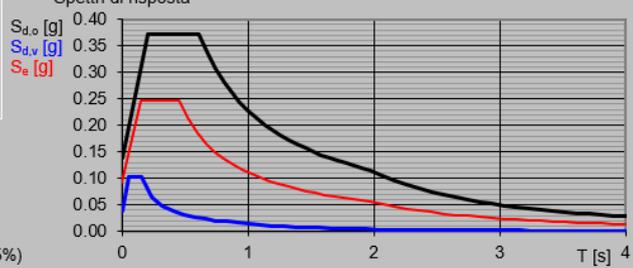
**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo **C** info  $S_s = 1.500$   $C_c = 1.368$  info  
 Categoria topografica **T1** info  $h/H = 0.000$   $S_r = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%) **5**  $\eta = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_0$  **1** Regol. in altezza **sì** info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto Fattore  $q$  **1**  $\eta = 1.000$  info

**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta  
 Parametri e punti spettri di risposta

**Spettri di risposta**

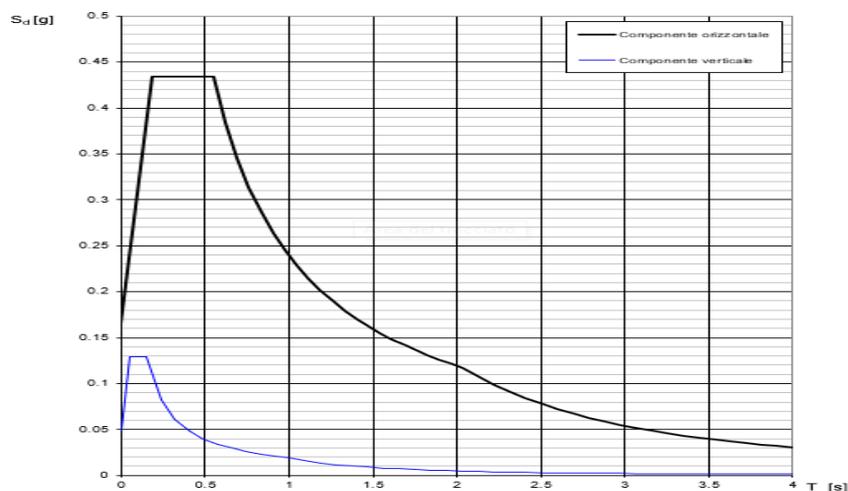


— Spettro di progetto - componente orizzontale  
 — Spettro di progetto - componente verticale  
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV

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



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.093 g
$F_o$	2.674
$T_c$	0.448 s
$S_s$	1.500
$C_c$	1.368
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.204 s
$T_C$	0.613 s
$T_D$	1.970 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_c(T)$  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	0.139
$T_B$	0.204	0.371
$T_C$	0.613	0.371
	0.678	0.336
	0.742	0.307
	0.807	0.282
	0.872	0.261
	0.936	0.243
	1.001	0.227
	1.066	0.214
	1.130	0.201
	1.195	0.191
	1.259	0.181
	1.324	0.172
	1.389	0.164
	1.453	0.157
	1.518	0.150
	1.583	0.144
	1.647	0.138
	1.712	0.133
	1.776	0.128
	1.841	0.124
	1.906	0.119
$T_D$	1.970	0.116
	2.067	0.105
	2.164	0.096
	2.260	0.088
	2.357	0.081
	2.454	0.075
	2.550	0.069
	2.647	0.064
	2.744	0.060
	2.840	0.056
	2.937	0.052
	3.033	0.049
	3.130	0.046
	3.227	0.043
	3.323	0.041
	3.420	0.038
	3.517	0.036
	3.613	0.034
	3.710	0.033
	3.807	0.031
	3.903	0.029
	4.000	0.028

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

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.7.4 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>					
massa treno per direzione long			Com Nmax	8011	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1602	kN
				0	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	14763	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	16365	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	3273	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	7555	kN
massa efficace pila			Mpe	4710	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	21075	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -1437.2 KN</b>	
<b>Direzione Trasversale</b>					
massa treno per direzione long			Com Mmax	5514	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1103	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	13439	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	14541	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	7555	kN
massa efficace pila			Mpe	4710	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasn			Mtot tras	19252	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -1801.9 KN</b>	
<b>Direzione Verticale</b>					
massa treno per direzione long			Com Mmax	5514	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1103	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	13439	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	14541	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	7555	kN
massa efficace pila			Mpe	4710	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	19252	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -1801.9 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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

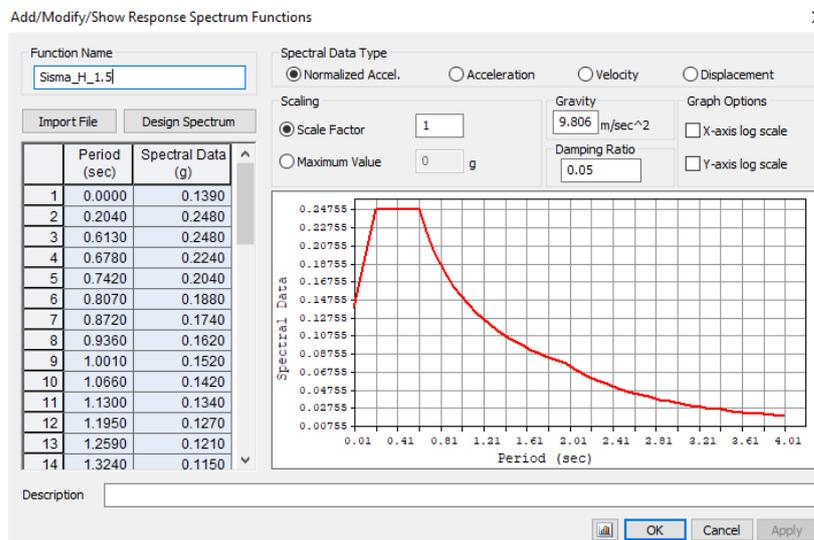
### 5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	15.90	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	20.13	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	20.13	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila		E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	21.00	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equoivalente sdof		H <sub>e</sub>	21.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	7.1E+07	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	1.1E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	2.1E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	1.18	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.90	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.07	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.13	0.13	0.20	0.07	g
accelerazione componente longitudinale	0.17	0.17	0.26	0.10	g
accelerazione componente verticale	0.10	0.10	0.10	0.10	g
Sforzo assiale	2321	2321	2321	2383	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3066	3372	4599	1654	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	4292	4722	6439	2432	kN
Momento flessionale trasversale	76579	84236	114868	41314	kN m
Momento flessionale longitudinale	92345	101552	138381	52434	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	2136.82	3147.24	4048.92	71171.43	80616.01
SISMA q=1	2136.82	4713.65	6069.5	106748.17	120937.11
SISMA sld	712.28	1773.99	2262.28	39692.44	44840.45

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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

## 5.8 Azione Idrostatica

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

### 6.3.14 Escavazioni localizzate viadotto VI15

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza planare [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma pilino	Base pilino [m]	Lunghezza pilino [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	0.00	0.00	13	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P02	1.04	1.01	13	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.53	plinto non scoperto
P03	1.44	1.29	19	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.23	plinto non scoperto
P04	3.02	1.61	10	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.24	plinto scoperto
P05	2.00	1.94	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.18	plinto scoperto
P06	1.73	1.51	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.89	plinto scoperto
P07	0.98	1.52	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.40	plinto scoperto
P08	0.00	0.00	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P09	0.44	0.49	18	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.46	plinto scoperto
P10	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P11	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P12	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P13	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P14	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P15	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo

Tabella 19: Viadotto VI15, massima profondità di escavazione

Il livello medio annuo risulta essere di circa 5m pertanto si ritengono trascurabili gli effetti idrodinamici. Per quanto riguarda la pressione statica che esercita l'acqua può essere valutata con la seguente espressione:

$$p = \frac{1}{2} \rho C_D v^2$$

dove il coefficiente di forma varia tipicamente tra 0.5 e 1.5 ed è stato valutato secondo la seguente tabella:

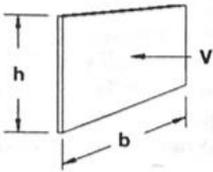
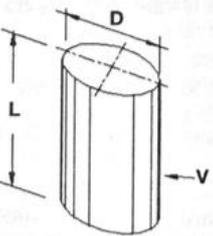
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente $C_n$
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 $\infty$	1.16 1.20 1.50 1.90
	$10^5$	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 $\infty$	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 $\infty$	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	<b>1.94</b>	m/sec
densità dell'acqua	ro	<b>1</b>	kN sec <sup>2</sup> /m
altezza di riinterro pila	hri	<b>4.48</b>	m
altezza della pila	hp	<b>18</b>	m
altezza idrica Tr 300	h300	<b>2</b>	m
scalzamento massimo Tr300	dl	<b>8.18</b>	m
tipologia di sezione		<b>circolare</b>	m
larghezza trasversale pila	b	<b>0</b>	m
larghezza longitudinale pila	d	<b>0</b>	m
raggio della sezione	r	<b>2.25</b>	m
rapporto geometrico	L/D	<b>0.002444</b>	m
viscosità cinematica	mi	<b>0.000894</b>	N s/m <sup>2</sup>
numero di Reynolds	Re	<b>9765101</b>	
coefficiente di forma	Cd	<b>0.35</b>	*
* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche			

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

pressione dell'acqua		p	<b>0.65863</b>	kN/m2
forza risultante		Fidro	<b>94.36662</b>	kN
momento alla base pila		Mpila	<b>-93.9118</b>	kN

<b>tabella riassuntiva - Tr300</b>			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	6.48	3	0.7
D	2.25	9.6	1.5
L/D	2.880	3.2	0.46666667
Re	4.88E+06	2.08E+07	3.26E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.65863	2.220524	0.65863
B	2.25	9.6	4
F	9.60	82.92	1.84
M	31.11	-124.38	-0.65

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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	27145.5	1268.75	425.795	4070.96	991.666	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	19919.3	0	165.65	2440.18	75.1252	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	27145.5	2537.5	425.746	4641.9	991.353	
A1_SLU_gr4_centrif_4	25546.6	2030	368.213	4184.16	805.743	
A1_SLU_gr1+vento_5	27145.5	1287.02	1852.42	4070.96	8174.26	
A1_SLU_gr2+vento_6	19919.3	18.2733	1592.27	2440.18	7257.71	
A1_SLU_gr3+vento_7	27145.5	2555.77	1852.37	4641.9	8173.94	
A1_SLU_gr4+vento_8	25546.6	2048.27	1794.84	4184.16	7988.33	
A1_SLU_vento_gr1_9	25546.6	1045.46	2672.29	3727.41	12743.6	
A1_SLU_vento_gr2_10	19765.6	30.4555	2505.8	2422.78	12029.1	
A1_SLU_vento_gr3_11	25546.6	2060.46	2672.25	4184.16	12743.3	
A1_SLU_vento_gr4_12	25546.6	2060.46	2745.92	4184.16	12776.7	
SLE_rar_gr1_Treno_14	18952.3	875	224.319	2773.91	652.708	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	13968.6	0	104.712	1649.23	47.5221	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	18952.3	1750	224.285	3167.66	652.492	
SLE_rar_gr4_centrif_17	17849.5	1400	197.84	2851.98	530.439	
SLE_rar_gr1+vento_18	18952.3	887.182	1175.4	2773.91	5441.1	
SLE_rar_gr2+vento_19	13968.6	12.1822	1055.79	1649.23	4835.91	
SLE_rar_gr3+vento_20	18952.3	1762.18	1175.37	3167.66	5440.88	
SLE_rar_gr4+vento_21	17849.5	1412.18	1148.92	2851.98	5318.83	
SLE_rar_vento_gr1_22	17849.5	720.304	1743.42	2536.98	8493.29	
SLE_rar_vento_gr2_23	13862.6	20.3036	1666.87	1637.23	8017.76	
SLE_rar_vento_gr3_24	17849.5	1420.3	1743.39	2851.98	8493.12	
SLE_rar_vento_gr4_25	17849.5	1420.3	1782.98	2851.98	8511.09	

SLE_fre_gr1_Treno_27	17849.5	700	131.911	2536.98	500.772
SLE_fre_gr2_Scarico_28	13862.6	0	68.1209	1637.23	30.9759
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	17849.5	1400	131.884	2851.98	500.599
SLE_fre_gr4_centrif_30	17849.5	1400	164.876	2851.98	515.606
SLE_fre_gr1+vento_31	17849.5	704.061	448.939	2536.98	2096.9
SLE_fre_gr2+vento_32	13862.6	4.06073	385.148	1637.23	1627.11
SLE_fre_gr3+vento_33	17849.5	1404.06	448.912	2851.98	2096.73
SLE_fre_gr4+vento_34	17849.5	1404.06	481.903	2851.98	2111.74
SLE_fre_vento_gr1_35	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8
SLE_fre_vento_gr2_36	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8
SLE_fre_vento_gr3_37	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8
SLE_fre_vento_gr4_38	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8
SLE_fre_gr1_temp39	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_fre_gr2_temp40	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_fre_gr3_temp41	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_fre_gr3_temp42	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_qp_gr1_Treno_44	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_Scarico_45	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr4_centrif_47	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_48	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr2+vento_49	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr3+vento_50	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr4+vento_51	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr1_52	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr2_53	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr3_54	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr4_55	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr1_temp56	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_temp57	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp58	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp59	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
E_103x_SLV_q=1.5_60	14079.7	4052.98	1337.8	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	14079.7	1218.74	3540.87	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	15575.5	1218.74	1337.8	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	14079.7	4457.87	1432.22	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	14079.7	1340.2	3855.59	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	15575.5	1340.2	1432.22	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	14079.7	6073.56	1807.73	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	14079.7	1824.91	5107.28	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	15575.5	1824.91	1807.73	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	13652.3	2266.34	925.828	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	13652.3	682.745	2167.62	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	14150.9	682.745	925.828	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	40303.4	1268.75	425.795	30714.7	9933.37
A1_SLU_gr2_Scarico_2	33077.1	0	165.65	2440.18	3553.78
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	40303.4	2537.5	425.746	57929.4	9932.02
A1_SLU_gr4_centrif_4	38704.4	2030	368.213	46814.2	8538.23
A1_SLU_gr1+vento_5	40303.4	1287.02	1852.42	31098.5	47075.1
A1_SLU_gr2+vento_6	33077.1	18.2733	1592.27	2823.91	40695.5
A1_SLU_gr3+vento_7	40303.4	2555.77	1852.37	58313.1	47073.7
A1_SLU_gr4+vento_8	38704.4	2048.27	1794.84	47197.9	45679.9
A1_SLU_vento_gr1_9	38704.4	1045.46	2672.29	25682	68861.8
A1_SLU_vento_gr2_10	32923.4	30.4555	2505.8	3062.34	64650.9
A1_SLU_vento_gr3_11	38704.4	2060.46	2672.25	47453.7	68860.7
A1_SLU_vento_gr4_12	38704.4	2060.46	2745.92	47453.7	70441.1
SLE_rar_gr1_Treno_14	28698.8	875	224.319	21148.9	5363.4
SLE_rar_gr2_Scarico_15	23715.2	0	104.712	1649.23	2246.47
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	28698.8	1750	224.285	39917.7	5362.47
SLE_rar_gr4_centrif_17	27596.1	1400	197.84	32252	4685.07
SLE_rar_gr1+vento_18	28698.8	887.182	1175.4	21404.7	30124.5
SLE_rar_gr2+vento_19	23715.2	12.1822	1055.79	1905.06	27007.6
SLE_rar_gr3+vento_20	28698.8	1762.18	1175.37	40173.5	30123.6
SLE_rar_gr4+vento_21	27596.1	1412.18	1148.92	32507.8	29446.2
SLE_rar_vento_gr1_22	27596.1	720.304	1743.42	17663.4	45105.1
SLE_rar_vento_gr2_23	23609.2	20.3036	1666.87	2063.61	43022.1
SLE_rar_vento_gr3_24	27596.1	1420.3	1743.39	32678.4	45104.4
SLE_rar_vento_gr4_25	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6
SLE_fre_gr1_Treno_27	27596.1	700	131.911	17237	3270.91
SLE_fre_gr2_Scarico_28	23609.2	0	68.1209	1637.23	1461.51
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	27596.1	1400	131.884	32252	3270.16
SLE_fre_gr4_centrif_30	27596.1	1400	164.876	32252	3977.99
SLE_fre_gr1+vento_31	27596.1	704.061	448.939	17322.3	11524.6
SLE_fre_gr2+vento_32	23609.2	4.06073	385.148	1722.51	9715.22
SLE_fre_gr3+vento_33	27596.1	1404.06	448.912	32337.3	11523.9
SLE_fre_gr4+vento_34	27596.1	1404.06	481.903	32337.3	12231.7
SLE_fre_vento_gr1_35	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4

SLE_fre_vento_gr2_36	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4
SLE_fre_vento_gr3_37	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4
SLE_fre_vento_gr4_38	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4
SLE_fre_gr1_temp39	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_fre_gr2_temp40	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_fre_gr3_temp41	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_fre_gr3_temp42	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_qp_gr1_Treno_44	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr2_Scarico_45	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr4_centrif_47	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr1+vento_48	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr2+vento_49	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr3+vento_50	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr4+vento_51	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr1_52	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr2_53	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr3_54	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr4_55	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr1_temp56	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr2_temp57	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr3_temp58	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr3_temp59	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
E_103x_SLV_q=1.5_60	23826.2	4052.98	1337.8	82205.2	22982
E_103y_SLV_q=1.5_61	23826.2	1218.74	3540.87	25774	72802
E_103z_SLV_q=1.5_62	25322	1218.74	1337.8	25774	22982
E_103x_SLV_q=1.36_63	23826.2	4457.87	1432.22	90266.8	25117.2
E_103y_SLV_q=1.36_64	23826.2	1340.2	3855.59	28192.5	79919.2
E_103z_SLV_q=1.36_65	25322	1340.2	1432.22	28192.5	25117.2
E_103x_SLV_q=1_66	23826.2	6073.56	1807.73	122526	33655.1
E_103y_SLV_q=1_67	23826.2	1824.91	5107.28	37870.4	108379
E_103z_SLV_q=1_68	25322	1824.91	1807.73	37870.4	33655.1
E_103x_SLD_q=1_69	23398.9	2266.34	925.828	46429.7	13538.3
E_103y_SLD_q=1_70	23398.9	682.745	2167.62	15041.4	41323
E_103z_SLD_q=1_71	23897.5	682.745	925.828	15041.4	13538.3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	59811.9	1268.75	425.795	34521	11210.8
A1_SLU_gr2_Scarico_2	52585.6	0	165.65	2440.18	4050.73
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	59811.9	2537.5	425.746	65541.9	11209.3
A1_SLU_gr4_centrif_4	58212.9	2030	368.213	52904.2	9642.87
A1_SLU_gr1+vento_5	59811.9	1287.02	1852.42	34959.5	52632.3
A1_SLU_gr2+vento_6	52585.6	18.2733	1592.27	2878.73	45472.3
A1_SLU_gr3+vento_7	59811.9	2555.77	1852.37	65980.5	52630.8
A1_SLU_gr4+vento_8	58212.9	2048.27	1794.84	53342.7	51064.4
A1_SLU_vento_gr1_9	58212.9	1045.46	2672.29	28818.3	76878.6
A1_SLU_vento_gr2_10	52431.9	30.4555	2505.8	3153.71	72168.3
A1_SLU_vento_gr3_11	58212.9	2060.46	2672.25	53635.1	76877.4
A1_SLU_vento_gr4_12	58212.9	2060.46	2745.92	53635.1	78678.8
SLE_rar_gr1_Treno_14	43149.5	875	224.319	23773.9	6036.36
SLE_rar_gr2_Scarico_15	38165.9	0	104.712	1649.23	2560.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	43149.5	1750	224.285	45167.7	6035.33
SLE_rar_gr4_centrif_17	42046.8	1400	197.84	36452	5278.59
SLE_rar_gr1+vento_18	43149.5	887.182	1175.4	24066.3	33650.7
SLE_rar_gr2+vento_19	38165.9	12.1822	1055.79	1941.6	30175
SLE_rar_gr3+vento_20	43149.5	1762.18	1175.37	45460	33649.7
SLE_rar_gr4+vento_21	42046.8	1412.18	1148.92	36744.3	32893
SLE_rar_vento_gr1_22	42046.8	720.304	1743.42	19824.3	50335.4
SLE_rar_vento_gr2_23	38059.9	20.3036	1666.87	2124.52	48022.7
SLE_rar_vento_gr3_24	42046.8	1420.3	1743.39	36939.3	50334.6
SLE_rar_vento_gr4_25	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6
SLE_fre_gr1_Treno_27	42046.8	700	131.911	19337	3666.64
SLE_fre_gr2_Scarico_28	38059.9	0	68.1209	1637.23	1665.88
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	42046.8	1400	131.884	36452	3665.82
SLE_fre_gr4_centrif_30	42046.8	1400	164.876	36452	4472.62
SLE_fre_gr1+vento_31	42046.8	704.061	448.939	19434.4	12871.4
SLE_fre_gr2+vento_32	38059.9	4.06073	385.148	1734.69	10870.7
SLE_fre_gr3+vento_33	42046.8	1404.06	448.912	36549.4	12870.6
SLE_fre_gr4+vento_34	42046.8	1404.06	481.903	36549.4	13677.4
SLE_fre_vento_gr1_35	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9
SLE_fre_vento_gr2_36	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9

SLE_fre_vento_gr3_37	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9
SLE_fre_vento_gr4_38	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9
SLE_fre_gr1_temp39	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_fre_gr2_temp40	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_fre_gr3_temp41	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_fre_gr3_temp42	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_qp_gr1_Treno_44	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr2_Scarico_45	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr4_centrif_47	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr1+vento_48	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr2+vento_49	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr3+vento_50	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr4+vento_51	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr1_52	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr2_53	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr3_54	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr4_55	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr1_temp56	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr2_temp57	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr3_temp58	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr3_temp59	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
E_103x_SLV_q=1.5_60	38441.8	5552.76	1787.74	98863.5	28345.2
E_103y_SLV_q=1.5_61	38441.8	2718.52	3990.8	33929.6	84774.4
E_103z_SLV_q=1.5_62	40322.3	2718.52	1787.74	33929.6	28345.2
E_103x_SLV_q=1.36_63	38441.8	5957.65	1882.15	108140	30763.6
E_103y_SLV_q=1.36_64	38441.8	2839.98	4305.53	36712.5	92835.8
E_103z_SLV_q=1.36_65	40322.3	2839.98	1882.15	36712.5	30763.6
E_103x_SLV_q=1_66	38441.8	7573.34	2257.66	145246	40428
E_103y_SLV_q=1_67	38441.8	3324.69	5557.21	47844.4	125050
E_103z_SLV_q=1_68	40322.3	3324.69	2257.66	47844.4	40428
E_103x_SLD_q=1_69	38150.9	3016.92	1151	55480.4	16991.3
E_103y_SLD_q=1_70	38150.9	1433.32	2392.79	19341.3	48501.4
E_103z_SLD_q=1_71	39352.5	1433.32	1151	19341.3	16991.3

6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	24958.6	1268.75	347.065	9893.48	737.543
A1_SLU_gr2_Scarico_73	19919.3	0	165.65	2440.18	75.1252
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	24958.6	2537.5	347.016	10464.4	737.229
A1_SLU_gr4_centrif_75	23797	2030	305.229	8842.17	602.444
A1_SLU_gr1+vento_76	24958.6	1287.02	1773.69	9893.48	7920.13
A1_SLU_gr2+vento_77	19919.3	18.2733	1592.27	2440.18	7257.71
A1_SLU_gr3+vento_78	24958.6	2555.77	1773.64	10464.4	7919.82
A1_SLU_gr4+vento_79	23797	2048.27	1731.85	8842.17	7785.03
A1_SLU_vento_gr1_80	23797	1045.46	2621.91	8385.42	12546
A1_SLU_vento_gr2_81	19765.6	30.4555	2505.8	2422.78	12029.1
A1_SLU_vento_gr3_82	23797	2060.46	2621.87	8842.17	12545.7
A1_SLU_vento_gr4_83	23797	2060.46	2682.94	8842.17	12573.4
SLE_rar_gr1_Treno_85	17444	875	188.121	6789.44	485.595
SLE_rar_gr2_Scarico_86	13968.6	0	104.712	1649.23	47.5221
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	17444	1750	188.087	7183.19	485.378
SLE_rar_gr4_centrif_88	16642.9	1400	168.881	6064.4	396.749
SLE_rar_gr1+vento_89	17444	887.182	1139.2	6789.44	5273.99
SLE_rar_gr2+vento_90	13968.6	12.1822	1055.79	1649.23	4835.91
SLE_rar_gr3+vento_91	17444	1762.18	1139.17	7183.19	5273.77
SLE_rar_gr4+vento_92	16642.9	1412.18	1119.96	6064.4	5185.14
SLE_rar_vento_gr1_93	16642.9	720.304	1720.25	5749.4	8362.21
SLE_rar_vento_gr2_94	13862.6	20.3036	1666.87	1637.23	8017.76
SLE_rar_vento_gr3_95	16642.9	1420.3	1720.23	6064.4	8362.04
SLE_rar_vento_gr4_96	16642.9	1420.3	1754.02	6064.4	8377.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	16642.9	700	112.606	5749.4	371.425
SLE_fre_gr2_Scarico_99	13862.6	0	68.1209	1637.23	30.9759
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	16642.9	1400	112.579	6064.4	371.252
SLE_fre_gr4_centrif_101	16642.9	1400	140.744	6064.4	384.087
SLE_fre_gr1+vento_102	16642.9	704.061	429.633	5749.4	1967.56
SLE_fre_gr2+vento_103	13862.6	4.06073	385.148	1637.23	1627.11
SLE_fre_gr3+vento_104	16642.9	1404.06	429.606	6064.4	1967.38
SLE_fre_gr4+vento_105	16642.9	1404.06	457.771	6064.4	1980.22

SLE_fre_vento_gr1_106	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8
SLE_fre_vento_gr2_107	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8
SLE_fre_vento_gr3_108	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8
SLE_fre_vento_gr4_109	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8
SLE_fre_gr1_temp110	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_fre_gr2_temp111	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_fre_gr3_temp112	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_fre_gr3_temp113	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_qp_gr1_Treno_115	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_Scarico_116	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr4_centrif_118	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_119	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr2+vento_120	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr3+vento_121	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr4+vento_122	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr1_123	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr2_124	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr3_125	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr4_126	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr1_temp127	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_temp128	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp129	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp130	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
E_103x_SLV_q=1.5_131	14079.7	4052.98	1337.8	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	14079.7	1218.74	3540.87	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	15575.5	1218.74	1337.8	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	14079.7	4457.87	1432.22	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	14079.7	1340.2	3855.59	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	15575.5	1340.2	1432.22	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	14079.7	6073.56	1807.73	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	14079.7	1824.91	5107.28	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	15575.5	1824.91	1807.73	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	14153.5	2435.65	889.822	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	14153.5	733.537	2047.6	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	15821.5	733.537	889.822	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	38116.4	1268.75	347.065	36537.2	8025.91
A1_SLU_gr2_Scarico_73	33077.1	0	165.65	2440.18	3553.78
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	38116.4	2537.5	347.016	63751.9	8024.56
A1_SLU_gr4_centrif_75	36954.9	2030	305.229	51472.2	7012.26
A1_SLU_gr1+vento_76	38116.4	1287.02	1773.69	36921	45167.6
A1_SLU_gr2+vento_77	33077.1	18.2733	1592.27	2823.91	40695.5
A1_SLU_gr3+vento_78	38116.4	2555.77	1773.64	64135.7	45166.3
A1_SLU_gr4+vento_79	36954.9	2048.27	1731.85	51855.9	44154
A1_SLU_vento_gr1_80	36954.9	1045.46	2621.91	30340	67606
A1_SLU_vento_gr2_81	32923.4	30.4555	2505.8	3062.34	64650.9
A1_SLU_vento_gr3_82	36954.9	2060.46	2621.87	52111.7	67604.9
A1_SLU_vento_gr4_83	36954.9	2060.46	2682.94	52111.7	68915.1
SLE_rar_gr1_Treno_85	27190.6	875	188.121	25164.4	4436.13
SLE_rar_gr2_Scarico_86	23715.2	0	104.712	1649.23	2246.47
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	27190.6	1750	188.087	43933.2	4435.2
SLE_rar_gr4_centrif_88	26389.5	1400	168.881	35464.4	3943.26
SLE_rar_gr1+vento_89	27190.6	887.182	1139.2	25420.3	29197.3
SLE_rar_gr2+vento_90	23715.2	12.1822	1055.79	1905.06	27007.6
SLE_rar_gr3+vento_91	27190.6	1762.18	1139.17	44189	29196.3
SLE_rar_gr4+vento_92	26389.5	1412.18	1119.96	35720.2	28704.4
SLE_rar_vento_gr1_93	26389.5	720.304	1720.25	20875.8	44487.5
SLE_rar_vento_gr2_94	23609.2	20.3036	1666.87	2063.61	43022.1
SLE_rar_vento_gr3_95	26389.5	1420.3	1720.23	35890.8	44486.8
SLE_rar_vento_gr4_96	26389.5	1420.3	1754.02	35890.8	45211.8
SLE_fre_gr1_Treno_98	26389.5	700	112.606	20449.4	2736.15
SLE_fre_gr2_Scarico_99	23609.2	0	68.1209	1637.23	1461.51
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	26389.5	1400	112.579	35464.4	2735.4
SLE_fre_gr4_centrif_101	26389.5	1400	140.744	35464.4	3339.7
SLE_fre_gr1+vento_102	26389.5	704.061	429.633	20534.7	10989.9
SLE_fre_gr2+vento_103	23609.2	4.06073	385.148	1722.51	9715.22
SLE_fre_gr3+vento_104	26389.5	1404.06	429.606	35549.7	10989.1
SLE_fre_gr4+vento_105	26389.5	1404.06	457.771	35549.7	11593.4
SLE_fre_vento_gr1_106	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4

SLE_fre_vento_gr2_107	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4
SLE_fre_vento_gr3_108	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4
SLE_fre_vento_gr4_109	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4
SLE_fre_gr1_temp110	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_fre_gr2_temp111	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_fre_gr3_temp112	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_fre_gr3_temp113	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_qp_gr1_Treno_115	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr2_Scarico_116	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr4_centrif_118	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr1+vento_119	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr2+vento_120	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr3+vento_121	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr4+vento_122	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr1_123	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr2_124	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr3_125	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr4_126	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr1_temp127	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr2_temp128	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr3_temp129	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr3_temp130	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
E_103x_SLV_q=1.5_131	23826.2	4052.98	1337.8	82205.2	22982
E_103y_SLV_q=1.5_132	23826.2	1218.74	3540.87	25774	72802
E_103z_SLV_q=1.5_133	25322	1218.74	1337.8	25774	22982
E_103x_SLV_q=1.36_134	23826.2	4457.87	1432.22	90266.8	25117.2
E_103y_SLV_q=1.36_135	23826.2	1340.2	3855.59	28192.5	79919.2
E_103z_SLV_q=1.36_136	25322	1340.2	1432.22	28192.5	25117.2
E_103x_SLV_q=1_137	23826.2	6073.56	1807.73	122526	33655.1
E_103y_SLV_q=1_138	23826.2	1824.91	5107.28	37870.4	108379
E_103z_SLV_q=1_139	25322	1824.91	1807.73	37870.4	33655.1
E_103x_SLD_q=1_140	23900.1	2435.65	889.822	54023	14024.8
E_103y_SLD_q=1_141	23900.1	733.537	2047.6	17319.4	42944.7
E_103z_SLD_q=1_142	25568.1	733.537	889.822	17319.4	14024.8

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	57624.9	1268.75	347.065	40343.5	9067.11
A1_SLU_gr2_Scarico_73	52585.6	0	165.65	2440.18	4050.73
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	57624.9	2537.5	347.016	71364.4	9065.61
A1_SLU_gr4_centrif_75	56463.3	2030	305.229	57562.2	7927.95
A1_SLU_gr1+vento_76	57624.9	1287.02	1773.69	40782	50488.7
A1_SLU_gr2+vento_77	52585.6	18.2733	1592.27	2878.73	45472.3
A1_SLU_gr3+vento_78	57624.9	2555.77	1773.64	71803	50487.2
A1_SLU_gr4+vento_79	56463.3	2048.27	1731.85	58000.7	49349.5
A1_SLU_vento_gr1_80	56463.3	1045.46	2621.91	33476.4	75471.7
A1_SLU_vento_gr2_81	52431.9	30.4555	2505.8	3153.71	72168.3
A1_SLU_vento_gr3_82	56463.3	2060.46	2621.87	58293.1	75470.5
A1_SLU_vento_gr4_83	56463.3	2060.46	2682.94	58293.1	76963.9
SLE_rar_gr1_Treno_85	41641.3	875	188.121	27789.4	5000.5
SLE_rar_gr2_Scarico_86	38165.9	0	104.712	1649.23	2560.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	41641.3	1750	188.087	49183.2	4999.46
SLE_rar_gr4_centrif_88	40840.2	1400	168.881	39664.4	4449.9
SLE_rar_gr1+vento_89	41641.3	887.182	1139.2	28081.8	32614.9
SLE_rar_gr2+vento_90	38165.9	12.1822	1055.79	1941.6	30175
SLE_rar_gr3+vento_91	41641.3	1762.18	1139.17	49475.6	32613.8
SLE_rar_gr4+vento_92	40840.2	1412.18	1119.96	39956.8	32064.3
SLE_rar_vento_gr1_93	40840.2	720.304	1720.25	23036.7	49648.3
SLE_rar_vento_gr2_94	38059.9	20.3036	1666.87	2124.52	48022.7
SLE_rar_vento_gr3_95	40840.2	1420.3	1720.23	40151.7	49647.5
SLE_rar_vento_gr4_96	40840.2	1420.3	1754.02	40151.7	50473.9
SLE_fre_gr1_Treno_98	40840.2	700	112.606	22549.4	3073.96
SLE_fre_gr2_Scarico_99	38059.9	0	68.1209	1637.23	1665.88
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	40840.2	1400	112.579	39664.4	3073.14
SLE_fre_gr4_centrif_101	40840.2	1400	140.744	39664.4	3761.93
SLE_fre_gr1+vento_102	40840.2	704.061	429.633	22646.9	12278.8
SLE_fre_gr2+vento_103	38059.9	4.06073	385.148	1734.69	10870.7
SLE_fre_gr3+vento_104	40840.2	1404.06	429.606	39761.9	12277.9
SLE_fre_gr4+vento_105	40840.2	1404.06	457.771	39761.9	12966.7
SLE_fre_vento_gr1_106	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9

SLE_fre_vento_gr2_107	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9
SLE_fre_vento_gr3_108	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9
SLE_fre_vento_gr4_109	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9
SLE_fre_gr1_temp110	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_fre_gr2_temp111	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_fre_gr3_temp112	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_fre_gr3_temp113	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_qp_gr1_Treno_115	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr2_Scarico_116	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr4_centrif_118	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr1+vento_119	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr2+vento_120	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr3+vento_121	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr4+vento_122	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr1_123	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr2_124	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr3_125	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr4_126	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr1_temp127	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr2_temp128	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr3_temp129	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr3_temp130	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
E_103x_SLV_q=1.5_131	38441.8	5552.76	1787.74	98863.5	28345.2
E_103y_SLV_q=1.5_132	38441.8	2718.52	3990.8	33929.6	84774.4
E_103z_SLV_q=1.5_133	40322.3	2718.52	1787.74	33929.6	28345.2
E_103x_SLV_q=1.36_134	38441.8	5957.65	1882.15	108140	30763.6
E_103y_SLV_q=1.36_135	38441.8	2839.98	4305.53	36712.5	92835.8
E_103z_SLV_q=1.36_136	40322.3	2839.98	1882.15	36712.5	30763.6
E_103x_SLV_q=1_137	38441.8	7573.34	2257.66	145246	40428
E_103y_SLV_q=1_138	38441.8	3324.69	5557.21	47844.4	125050
E_103z_SLV_q=1_139	40322.3	3324.69	2257.66	47844.4	40428
E_103x_SLD_q=1_140	38652.1	3186.23	1115	63581.6	17369.8
E_103y_SLD_q=1_141	38652.1	1484.12	2272.77	21771.7	49763
E_103z_SLD_q=1_142	41023.1	1484.12	1115	21771.7	17369.8

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	27145.5	1268.75	425.795	4070.96	991.666
A1_SLU_gr2_Scarico_144	19919.3	0	165.65	2440.18	75.1252
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	27145.5	2537.5	425.746	4641.9	991.353
A1_SLU_gr4_centrif_146	25546.6	2030	368.213	4184.16	805.743
A1_SLU_gr1+vento_147	27145.5	1287.02	1852.42	4070.96	8174.26
A1_SLU_gr2+vento_148	19919.3	18.2733	1592.27	2440.18	7257.71
A1_SLU_gr3+vento_149	27145.5	2555.77	1852.37	4641.9	8173.94
A1_SLU_gr4+vento_150	25546.6	2048.27	1794.84	4184.16	7988.33
A1_SLU_vento_gr1_151	25546.6	1045.46	2672.29	3727.41	12743.6
A1_SLU_vento_gr2_152	19765.6	30.4555	2505.8	2422.78	12029.1
A1_SLU_vento_gr3_153	25546.6	2060.46	2672.25	4184.16	12743.3
A1_SLU_vento_gr4_154	25546.6	2060.46	2745.92	4184.16	12776.7
SLE_rar_gr1_Treno_156	18952.3	875	224.319	2773.91	652.708
SLE_rar_gr2_Scarico_157	13968.6	0	104.712	1649.23	47.5221
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	18952.3	1750	224.285	3167.66	652.492
SLE_rar_gr4_centrif_159	17849.5	1400	197.84	2851.98	530.439
SLE_rar_gr1+vento_160	18952.3	887.182	1175.4	2773.91	5441.1
SLE_rar_gr2+vento_161	13968.6	12.1822	1055.79	1649.23	4835.91
SLE_rar_gr3+vento_162	18952.3	1762.18	1175.37	3167.66	5440.88
SLE_rar_gr4+vento_163	17849.5	1412.18	1148.92	2851.98	5318.83
SLE_rar_vento_gr1_164	17849.5	720.304	1743.42	2536.98	8493.29
SLE_rar_vento_gr2_165	13862.6	20.3036	1666.87	1637.23	8017.76
SLE_rar_vento_gr3_166	17849.5	1420.3	1743.39	2851.98	8493.12
SLE_rar_vento_gr4_167	17849.5	1420.3	1782.98	2851.98	8511.09
SLE_fre_gr1_Treno_169	17849.5	700	131.911	2536.98	500.772
SLE_fre_gr2_Scarico_170	13862.6	0	68.1209	1637.23	30.9759
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	17849.5	1400	131.884	2851.98	500.599
SLE_fre_gr4_centrif_172	17849.5	1400	164.876	2851.98	515.606
SLE_fre_gr1+vento_173	17849.5	704.061	448.939	2536.98	2096.9
SLE_fre_gr2+vento_174	13862.6	4.06073	385.148	1637.23	1627.11
SLE_fre_gr3+vento_175	17849.5	1404.06	448.912	2851.98	2096.73
SLE_fre_gr4+vento_176	17849.5	1404.06	481.903	2851.98	2111.74
SLE_fre_vento_gr1_177	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8

SLE_fre_vento_gr2_178	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8
SLE_fre_vento_gr3_179	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8
SLE_fre_vento_gr4_180	13438.6	10.1518	869.172	1589.23	4024.8
SLE_fre_gr1_temp181	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_fre_gr2_temp182	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_fre_gr3_temp183	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_fre_gr3_temp184	13438.6	4.06073	408.951	1589.23	1637.5
SLE_qp_gr1_Treno_186	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_Scarico_187	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr4_centrif_189	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_190	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr2+vento_191	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr3+vento_192	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr4+vento_193	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr1_194	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr2_195	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr3_196	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_vento_gr4_197	13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr1_temp198	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_temp199	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp200	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp201	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
E_103x_SLV_q=1.5_202	14079.7	4052.98	1337.8	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	14079.7	1218.74	3540.87	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	15575.5	1218.74	1337.8	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	14079.7	4457.87	1432.22	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	14079.7	1340.2	3855.59	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	15575.5	1340.2	1432.22	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	14079.7	6073.56	1807.73	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	14079.7	1824.91	5107.28	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	15575.5	1824.91	1807.73	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	14153.5	2435.65	889.822	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	14153.5	733.537	2047.6	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	15821.5	733.537	889.822	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	40303.4	1268.75	425.795	30714.7	9933.37
A1_SLU_gr2_Scarico_144	33077.1	0	165.65	2440.18	3553.78
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	40303.4	2537.5	425.746	57929.4	9932.02
A1_SLU_gr4_centrif_146	38704.4	2030	368.213	46814.2	8538.23
A1_SLU_gr1+vento_147	40303.4	1287.02	1852.42	31098.5	47075.1
A1_SLU_gr2+vento_148	33077.1	18.2733	1592.27	2823.91	40695.5
A1_SLU_gr3+vento_149	40303.4	2555.77	1852.37	58313.1	47073.7
A1_SLU_gr4+vento_150	38704.4	2048.27	1794.84	47197.9	45679.9
A1_SLU_vento_gr1_151	38704.4	1045.46	2672.29	25682	68861.8
A1_SLU_vento_gr2_152	32923.4	30.4555	2505.8	3062.34	64650.9
A1_SLU_vento_gr3_153	38704.4	2060.46	2672.25	47453.7	68860.7
A1_SLU_vento_gr4_154	38704.4	2060.46	2745.92	47453.7	70441.1
SLE_rar_gr1_Treno_156	28698.8	875	224.319	21148.9	5363.4
SLE_rar_gr2_Scarico_157	23715.2	0	104.712	1649.23	2246.47
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	28698.8	1750	224.285	39917.7	5362.47
SLE_rar_gr4_centrif_159	27596.1	1400	197.84	32252	4685.07
SLE_rar_gr1+vento_160	28698.8	887.182	1175.4	21404.7	30124.5
SLE_rar_gr2+vento_161	23715.2	12.1822	1055.79	1905.06	27007.6
SLE_rar_gr3+vento_162	28698.8	1762.18	1175.37	40173.5	30123.6
SLE_rar_gr4+vento_163	27596.1	1412.18	1148.92	32507.8	29446.2
SLE_rar_vento_gr1_164	27596.1	720.304	1743.42	17663.4	45105.1
SLE_rar_vento_gr2_165	23609.2	20.3036	1666.87	2063.61	43022.1
SLE_rar_vento_gr3_166	27596.1	1420.3	1743.39	32678.4	45104.4
SLE_rar_vento_gr4_167	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6
SLE_fre_gr1_Treno_169	27596.1	700	131.911	17237	3270.91
SLE_fre_gr2_Scarico_170	23609.2	0	68.1209	1637.23	1461.51
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	27596.1	1400	131.884	32252	3270.16
SLE_fre_gr4_centrif_172	27596.1	1400	164.876	32252	3977.99
SLE_fre_gr1+vento_173	27596.1	704.061	448.939	17322.3	11524.6
SLE_fre_gr2+vento_174	23609.2	4.06073	385.148	1722.51	9715.22
SLE_fre_gr3+vento_175	27596.1	1404.06	448.912	32337.3	11523.9
SLE_fre_gr4+vento_176	27596.1	1404.06	481.903	32337.3	12231.7
SLE_fre_vento_gr1_177	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4

SLE_fre_vento_gr2_178	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4
SLE_fre_vento_gr3_179	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4
SLE_fre_vento_gr4_180	23185.2	10.1518	869.172	1802.42	22277.4
SLE_fre_gr1_temp181	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_fre_gr2_temp182	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_fre_gr3_temp183	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_fre_gr3_temp184	23185.2	4.06073	408.951	1674.51	10225.5
SLE_qp_gr1_Treno_186	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr2_Scarico_187	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr4_centrif_189	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr1+vento_190	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr2+vento_191	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr3+vento_192	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr4+vento_193	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr1_194	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr2_195	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr3_196	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_vento_gr4_197	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85
SLE_qp_gr1_temp198	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr2_temp199	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr3_temp200	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
SLE_qp_gr3_temp201	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14
E_103x_SLV_q=1.5_202	23826.2	4052.98	1337.8	82205.2	22982
E_103y_SLV_q=1.5_203	23826.2	1218.74	3540.87	25774	72802
E_103z_SLV_q=1.5_204	25322	1218.74	1337.8	25774	22982
E_103x_SLV_q=1.36_205	23826.2	4457.87	1432.22	90266.8	25117.2
E_103y_SLV_q=1.36_206	23826.2	1340.2	3855.59	28192.5	79919.2
E_103z_SLV_q=1.36_207	25322	1340.2	1432.22	28192.5	25117.2
E_103x_SLV_q=1_208	23826.2	6073.56	1807.73	122526	33655.1
E_103y_SLV_q=1_209	23826.2	1824.91	5107.28	37870.4	108379
E_103z_SLV_q=1_210	25322	1824.91	1807.73	37870.4	33655.1
E_103x_SLD_q=1_211	23900.1	2435.65	889.822	54023	14024.8
E_103y_SLD_q=1_212	23900.1	733.537	2047.6	17319.4	42944.7
E_103z_SLD_q=1_213	25568.1	733.537	889.822	17319.4	14024.8

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	59811.9	1268.75	425.795	34521	11210.8
A1_SLU_gr2_Scarico_144	52585.6	0	165.65	2440.18	4050.73
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	59811.9	2537.5	425.746	65541.9	11209.3
A1_SLU_gr4_centrif_146	58212.9	2030	368.213	52904.2	9642.87
A1_SLU_gr1+vento_147	59811.9	1287.02	1852.42	34959.5	52632.3
A1_SLU_gr2+vento_148	52585.6	18.2733	1592.27	2878.73	45472.3
A1_SLU_gr3+vento_149	59811.9	2555.77	1852.37	65980.5	52630.8
A1_SLU_gr4+vento_150	58212.9	2048.27	1794.84	53342.7	51064.4
A1_SLU_vento_gr1_151	58212.9	1045.46	2672.29	28818.3	76878.6
A1_SLU_vento_gr2_152	52431.9	30.4555	2505.8	3153.71	72168.3
A1_SLU_vento_gr3_153	58212.9	2060.46	2672.25	53635.1	76877.4
A1_SLU_vento_gr4_154	58212.9	2060.46	2745.92	53635.1	78678.8
SLE_rar_gr1_Treno_156	43149.5	875	224.319	23773.9	6036.36
SLE_rar_gr2_Scarico_157	38165.9	0	104.712	1649.23	2560.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	43149.5	1750	224.285	45167.7	6035.33
SLE_rar_gr4_centrif_159	42046.8	1400	197.84	36452	5278.59
SLE_rar_gr1+vento_160	43149.5	887.182	1175.4	24066.3	33650.7
SLE_rar_gr2+vento_161	38165.9	12.1822	1055.79	1941.6	30175
SLE_rar_gr3+vento_162	43149.5	1762.18	1175.37	45460	33649.7
SLE_rar_gr4+vento_163	42046.8	1412.18	1148.92	36744.3	32893
SLE_rar_vento_gr1_164	42046.8	720.304	1743.42	19824.3	50335.4
SLE_rar_vento_gr2_165	38059.9	20.3036	1666.87	2124.52	48022.7
SLE_rar_vento_gr3_166	42046.8	1420.3	1743.39	36939.3	50334.6
SLE_rar_vento_gr4_167	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6
SLE_fre_gr1_Treno_169	42046.8	700	131.911	19337	3666.64
SLE_fre_gr2_Scarico_170	38059.9	0	68.1209	1637.23	1665.88
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	42046.8	1400	131.884	36452	3665.82
SLE_fre_gr4_centrif_172	42046.8	1400	164.876	36452	4472.62
SLE_fre_gr1+vento_173	42046.8	704.061	448.939	19434.4	12871.4
SLE_fre_gr2+vento_174	38059.9	4.06073	385.148	1734.69	10870.7
SLE_fre_gr3+vento_175	42046.8	1404.06	448.912	36549.4	12870.6
SLE_fre_gr4+vento_176	42046.8	1404.06	481.903	36549.4	13677.4
SLE_fre_vento_gr1_177	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9

SLE_fre_vento_gr2_178	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9
SLE_fre_vento_gr3_179	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9
SLE_fre_vento_gr4_180	37635.9	10.1518	869.172	1832.88	24884.9
SLE_fre_gr1_temp181	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_fre_gr2_temp182	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_fre_gr3_temp183	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_fre_gr3_temp184	37635.9	4.06073	408.951	1686.69	11452.3
SLE_qp_gr1_Treno_186	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr2_Scarico_187	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr4_centrif_189	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr1+vento_190	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr2+vento_191	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr3+vento_192	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr4+vento_193	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr1_194	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr2_195	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr3_196	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_vento_gr4_197	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7
SLE_qp_gr1_temp198	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr2_temp199	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr3_temp200	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
SLE_qp_gr3_temp201	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95
E_103x_SLV_q=1.5_202	38441.8	5552.76	1787.74	98863.5	28345.2
E_103y_SLV_q=1.5_203	38441.8	2718.52	3990.8	33929.6	84774.4
E_103z_SLV_q=1.5_204	40322.3	2718.52	1787.74	33929.6	28345.2
E_103x_SLV_q=1.36_205	38441.8	5957.65	1882.15	108140	30763.6
E_103y_SLV_q=1.36_206	38441.8	2839.98	4305.53	36712.5	92835.8
E_103z_SLV_q=1.36_207	40322.3	2839.98	1882.15	36712.5	30763.6
E_103x_SLV_q=1_208	38441.8	7573.34	2257.66	145246	40428
E_103y_SLV_q=1_209	38441.8	3324.69	5557.21	47844.4	125050
E_103z_SLV_q=1_210	40322.3	3324.69	2257.66	47844.4	40428
E_103x_SLD_q=1_211	38652.1	3186.23	1115	63581.6	17369.8
E_103y_SLD_q=1_212	38652.1	1484.12	2272.77	21771.7	49763
E_103z_SLD_q=1_213	41023.1	1484.12	1115	21771.7	17369.8

 <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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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		18952.3	875	224.319	2773.91	652.708
SLE_rar_gr3+vento_20		18952.3	1762.18	1175.37	3167.66	5440.88
SLE_rar_vento_gr4_25		17849.5	1420.3	1782.98	2851.98	8511.09
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		18952.3	1750	224.285	3167.66	652.492
SLE_rar_vento_gr4_25		17849.5	1420.3	1782.98	2851.98	8511.09
SLE_rar_gr4_centrif_17		17849.5	1400	197.84	2851.98	530.439
SLE_rar_vento_gr4_25		17849.5	1420.3	197.84	2851.98	8511.09
SLE_rar_vento_gr4_25		17849.5	1420.3	1782.98	2851.98	8511.09
SLE_rar_gr4_centrif_17		17849.5	1400	197.84	2851.98	530.439
SLE_rar_vento_gr4_25		17849.5	1420.3	1782.98	2851.98	8511.09
SLE_qp_gr1_Treno_44		13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_48		13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr1+vento_48		13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr1_Treno_44		13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_48		13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
E_103x_SLD_q=1_69		13652.3	2266.34	925.828	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		13652.3	682.745	2167.62	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		14150.9	682.745	925.828	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	28698.8	875	224.319	21148.9	5363.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	28698.8	1762.18	1175.37	40173.5	30123.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_rar_gr3+vento_20	28698.8	1762.18	1175.37	40173.5	30123.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_rar_gr4_centrif_17	27596.1	1400	197.84	32252	4685.07	
SLE_rar_vento_gr4_25	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_qp_gr1_Treno_44	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14	
SLE_qp_gr1+vento_48	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85	
SLE_qp_gr1+vento_48	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85	
SLE_qp_gr1+vento_48	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85	
SLE_qp_gr1+vento_48	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85	
E_103x_SLD_q=1_69	23398.9	2266.34	925.828	46429.7	13538.3	
E_103y_SLD_q=1_70	23398.9	682.745	2167.62	15041.4	41323	
E_103z_SLD_q=1_71	23897.5	682.745	925.828	15041.4	13538.3	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	43149.5	875	224.319	23773.9	6036.36	
SLE_rar_gr3+vento_20	43149.5	1762.18	1175.37	45460	33649.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_rar_gr3+vento_20	43149.5	1762.18	1175.37	45460	33649.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_rar_gr4_centrif_17	42046.8	1400	197.84	36452	5278.59	
SLE_rar_vento_gr4_25	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_qp_gr1_Treno_44	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95	
SLE_qp_gr1+vento_48	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7	
SLE_qp_gr1+vento_48	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7	
SLE_qp_gr1+vento_48	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7	
SLE_qp_gr1+vento_48	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7	
E_103x_SLD_q=1_69	38150.9	3016.92	1151	55480.4	16991.3	
E_103y_SLD_q=1_70	38150.9	1433.32	2392.79	19341.3	48501.4	
E_103z_SLD_q=1_71	39352.5	1433.32	1151	19341.3	16991.3	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		17444	875	188.121	6789.44	485.595	
SLE_rar_gr3+vento_91		17444	1762.18	1139.17	7183.19	5273.77	
SLE_rar_vento_gr4_96		16642.9	1420.3	1754.02	6064.4	8377.4	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		17444	1750	188.087	7183.19	485.378	
SLE_rar_vento_gr4_96		16642.9	1420.3	1754.02	6064.4	8377.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88		16642.9	1400	168.881	6064.4	396.749	
SLE_rar_vento_gr4_96		16642.9	1420.3	1754.02	6064.4	8377.4	
SLE_rar_vento_gr4_96		16642.9	1420.3	1754.02	6064.4	8377.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88		16642.9	1400	168.881	6064.4	396.749	
SLE_rar_vento_gr4_96		16642.9	1420.3	1754.02	6064.4	8377.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115		13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714	
SLE_qp_gr1+vento_119		13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6	
SLE_qp_gr1+vento_119		13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6	
SLE_qp_gr1_Treno_115		13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714	
SLE_qp_gr1+vento_119		13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6	
E_103x_SLD_q=1_140		14153.5	2435.65	889.822	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		14153.5	733.537	2047.6	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		15821.5	733.537	889.822	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	27190.6	875	224.319	21148.9	5363.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	27190.6	1762.18	1139.17	44189	29196.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	26389.5	1420.3	1754.02	35890.8	45211.8	
SLE_rar_gr3+vento_91	27190.6	1762.18	1139.17	44189	29196.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	26389.5	1420.3	1754.02	35890.8	45211.8	
SLE_rar_gr4_centrif_88	26389.5	1400	168.881	35464.4	3943.26	
SLE_rar_vento_gr4_96	26389.5	1420.3	1754.02	35890.8	45211.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	26389.5	1420.3	1754.02	35890.8	45211.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	26389.5	1420.3	1754.02	35890.8	45211.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	26389.5	1420.3	1754.02	35890.8	45211.8	
SLE_qp_gr1_Treno_115	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14	
SLE_qp_gr1+vento_119	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85	
SLE_qp_gr1+vento_119	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85	
SLE_qp_gr1+vento_119	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85	
SLE_qp_gr1+vento_119	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85	
E_103x_SLD_q=1_140	23900.1	2435.65	889.822	54023	14024.8	
E_103y_SLD_q=1_141	23900.1	733.537	2047.6	17319.4	42944.7	
E_103z_SLD_q=1_142	25568.1	733.537	889.822	17319.4	14024.8	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	41641.3	875	224.319	23773.9	6036.36	
SLE_rar_gr3+vento_91	41641.3	1762.18	1139.17	49475.6	32613.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	40840.2	1420.3	1754.02	40151.7	50473.9	
SLE_rar_gr3+vento_91	41641.3	1762.18	1139.17	49475.6	32613.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	40840.2	1420.3	1754.02	40151.7	50473.9	
SLE_rar_gr4_centrif_88	40840.2	1400	168.881	39664.4	4449.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	40840.2	1420.3	1754.02	40151.7	50473.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	40840.2	1420.3	1754.02	40151.7	50473.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	40840.2	1420.3	1754.02	40151.7	50473.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	40840.2	1420.3	1754.02	40151.7	50473.9	
SLE_qp_gr1_Treno_115	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95	
SLE_qp_gr1+vento_119	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7	
SLE_qp_gr1+vento_119	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7	
SLE_qp_gr1+vento_119	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7	
SLE_qp_gr1+vento_119	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7	
E_103x_SLD_q=1_140	38652.1	3186.23	1115	63581.6	17369.8	
E_103y_SLD_q=1_141	38652.1	1484.12	2272.77	21771.7	49763	
E_103z_SLD_q=1_142	41023.1	1484.12	1115	21771.7	17369.8	

Configurazione3

TESTA PILA						
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
SLE_rar_gr1_Treno_156		18952.3	875	224.319	2773.91	652.708
SLE_rar_gr3+vento_162		18952.3	1762.18	1175.37	3167.66	5440.88
SLE_rar_vento_gr4_167		17849.5	1420.3	1782.98	2851.98	8511.09
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		18952.3	1750	224.285	3167.66	652.492
SLE_rar_vento_gr4_167		17849.5	1420.3	1782.98	2851.98	8511.09
SLE_rar_gr4_centrif_159		17849.5	1400	197.84	2851.98	530.439
SLE_rar_vento_gr4_167		17849.5	1420.3	1782.98	2851.98	8511.09
SLE_rar_vento_gr4_167		17849.5	1420.3	1782.98	2851.98	8511.09
SLE_rar_gr4_centrif_159		17849.5	1400	197.84	2851.98	530.439
SLE_rar_vento_gr4_167		17849.5	1420.3	1782.98	2851.98	8511.09
SLE_qp_gr1_Treno_186		13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_190		13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr1+vento_190		13438.6	4.06073	393.631	1589.23	1630.6
SLE_qp_gr1_Treno_186		13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_190		13438.6	4.06073	393.631	393.631	1630.6
E_103x_SLD_q=1_211		14153.5	2435.65	889.822	0	0
E_103y_SLD_q=1_212		14153.5	733.537	2047.6	0	0
E_103z_SLD_q=1_213		15821.5	733.537	889.822	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	28698.8	875	224.319	21148.9	5363.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	28698.8	1762.18	1175.37	40173.5	30123.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_rar_gr3+vento_162	28698.8	1762.18	1175.37	40173.5	30123.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_rar_gr4_centrif_159	27596.1	1400	197.84	32252	4685.07	
SLE_rar_vento_gr4_167	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	27596.1	1420.3	1782.98	32678.4	45953.6	
SLE_qp_gr1_Treno_186	23185.2	0	76.6031	1589.23	1643.14	
SLE_qp_gr1+vento_190	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85	
SLE_qp_gr1+vento_190	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85	
SLE_qp_gr1+vento_190	23185.2	4.06073	393.631	1674.51	9896.85	
SLE_qp_gr1+vento_190	23185.2	4.06073	393.631	393.631	9896.85	
E_103x_SLD_q=1_211	23900.1	2435.65	889.822	54023	14024.8	
E_103y_SLD_q=1_212	23900.1	733.537	2047.6	17319.4	42944.7	
E_103z_SLD_q=1_213	25568.1	733.537	889.822	17319.4	14024.8	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	43149.5	875	224.319	23773.9	6036.36	
SLE_rar_gr3+vento_162	43149.5	1762.18	1175.37	45460	33649.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_rar_gr3+vento_162	43149.5	1762.18	1175.37	45460	33649.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_rar_gr4_centrif_159	42046.8	1400	197.84	36452	5278.59	
SLE_rar_vento_gr4_167	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	42046.8	1420.3	1782.98	36939.3	51302.6	
SLE_qp_gr1_Treno_186	37635.9	0	76.6031	1589.23	1872.95	
SLE_qp_gr1+vento_190	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7	
SLE_qp_gr1+vento_190	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7	
SLE_qp_gr1+vento_190	37635.9	4.06073	393.631	1686.69	11077.7	
SLE_qp_gr1+vento_190	37635.9	4.06073	393.631	393.631	11077.7	
E_103x_SLD_q=1_211	38652.1	3186.23	1115	63581.6	17369.8	
E_103y_SLD_q=1_212	38652.1	1484.12	2272.77	21771.7	49763	
E_103z_SLD_q=1_213	41023.1	1484.12	1115	21771.7	17369.8	

 <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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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		27145.5	1268.75	425.795	4070.96	991.666
A1_SLU_gr3+vento_7		27145.5	2555.77	1852.37	4641.9	8173.94
A1_SLU_vento_gr4_12		25546.6	2060.46	2745.92	4184.16	12776.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		27145.5	2537.5	425.746	4641.9	991.353
A1_SLU_vento_gr4_12		25546.6	2060.46	2745.92	4184.16	12776.7
E_103x_SLV_q=1.5_60		14079.7	4052.98	1337.8	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		14079.7	1218.74	3540.87	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		15575.5	1218.74	1337.8	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		14079.7	6073.56	1807.73	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		14079.7	1824.91	5107.28	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		15575.5	1824.91	1807.73	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		40303.4	1268.75	425.795	30714.7	9933.37
A1_SLU_gr3+vento_7		40303.4	2555.77	1852.37	58313.1	47073.7
A1_SLU_vento_gr4_12		38704.4	2060.46	2745.92	47453.7	70441.1
A1_SLU_gr3+vento_7		40303.4	2555.77	1852.37	58313.1	47073.7
A1_SLU_vento_gr4_12		38704.4	2060.46	2745.92	47453.7	70441.1
E_103x_SLV_q=1.5_60		23826.2	4052.98	1337.8	82205.2	22982
E_103y_SLV_q=1.5_61		23826.2	1218.74	3540.87	25774	72802
E_103z_SLV_q=1.5_62		25322	1218.74	1337.8	25774	22982
E_103x_SLV_q=1_66		23826.2	6073.56	1807.73	122526	33655.1
E_103y_SLV_q=1_67		23826.2	1824.91	5107.28	37870.4	108379
E_103z_SLV_q=1_68		25322	1824.91	1807.73	37870.4	33655.1
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		59811.9	1268.75	425.795	34521	11210.8
A1_SLU_gr3+vento_7		59811.9	2555.77	1852.37	65980.5	52630.8
A1_SLU_vento_gr4_12		58212.9	2060.46	2745.92	53635.1	78678.8
A1_SLU_gr3+vento_7		59811.9	2555.77	1852.37	65980.5	52630.8
A1_SLU_vento_gr4_12		58212.9	2060.46	2745.92	53635.1	78678.8
E_103x_SLV_q=1.36_63		38441.8	5957.65	1882.15	108140	30763.6
E_103y_SLV_q=1.36_64		38441.8	2839.98	4305.53	36712.5	92835.8
E_103z_SLV_q=1.36_65		40322.3	2839.98	1882.15	36712.5	30763.6
E_103x_SLV_q=1_66		38441.8	7573.34	2257.66	145246	40428
E_103y_SLV_q=1_67		38441.8	3324.69	5557.21	47844.4	125050
E_103z_SLV_q=1_68		40322.3	3324.69	2257.66	47844.4	40428

Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	24958.6	1268.75	347.065	9893.48	737.543	
A1_SLU_gr3+vento_78	24958.6	2555.77	1773.64	10464.4	7919.82	
A1_SLU_vento_gr4_83	23797	2060.46	2682.94	8842.17	12573.4	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	24958.6	2537.5	347.016	10464.4	737.229	
A1_SLU_vento_gr4_83	23797	2060.46	2682.94	8842.17	12573.4	
E_103x_SLV_q=1.5_131	14079.7	4052.98	1337.8	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	14079.7	1218.74	3540.87	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	15575.5	1218.74	1337.8	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	14079.7	6073.56	1807.73	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	14079.7	1824.91	5107.28	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	15575.5	1824.91	1807.73	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	38116.4	1268.75	347.065	36537.2	8025.91	
A1_SLU_gr3+vento_78	38116.4	2555.77	1773.64	64135.7	45166.3	
A1_SLU_vento_gr4_83	36954.9	2060.46	2682.94	52111.7	68915.1	
A1_SLU_gr3+vento_78	38116.4	2555.77	1773.64	64135.7	45166.3	
A1_SLU_vento_gr4_83	36954.9	2060.46	2682.94	52111.7	68915.1	
E_103x_SLV_q=1.5_131	23826.2	4052.98	1337.8	82205.2	22982	
E_103y_SLV_q=1.5_132	23826.2	1218.74	3540.87	25774	72802	
E_103z_SLV_q=1.5_133	25322	1218.74	1337.8	25774	22982	
E_103x_SLV_q=1_137	23826.2	6073.56	1807.73	122526	33655.1	
E_103y_SLV_q=1_138	23826.2	1824.91	5107.28	37870.4	108379	
E_103z_SLV_q=1_139	25322	1824.91	1807.73	37870.4	33655.1	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	57624.9	1268.75	347.065	40343.5	9067.11	
A1_SLU_gr3+vento_78	57624.9	2555.77	1773.64	71803	50487.2	
A1_SLU_vento_gr4_83	56463.3	2060.46	2682.94	58293.1	76963.9	
A1_SLU_gr3+vento_78	57624.9	2555.77	1773.64	71803	50487.2	
A1_SLU_vento_gr4_83	56463.3	2060.46	2682.94	58293.1	76963.9	
E_103x_SLV_q=1.36_134	38441.8	5957.65	1882.15	108140	30763.6	
E_103y_SLV_q=1.36_135	38441.8	2839.98	4305.53	36712.5	92835.8	
E_103z_SLV_q=1.36_136	40322.3	2839.98	1882.15	36712.5	30763.6	
E_103x_SLV_q=1_137	38441.8	7573.34	2257.66	145246	40428	
E_103y_SLV_q=1_138	38441.8	3324.69	5557.21	47844.4	125050	
E_103z_SLV_q=1_139	40322.3	3324.69	2257.66	47844.4	40428	

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	27145.5	1268.75	425.795	4070.96	991.666	
A1_SLU_gr3+vento_149	27145.5	2555.77	1852.37	4641.9	8173.94	
A1_SLU_vento_gr4_154	25546.6	2060.46	2745.92	4184.16	12776.7	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	27145.5	2537.5	425.746	4641.9	991.353	
A1_SLU_vento_gr4_154	25546.6	2060.46	2745.92	4184.16	12776.7	
E_103x_SLV_q=1.5_202	14079.7	4052.98	1337.8	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	14079.7	1218.74	3540.87	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	15575.5	1218.74	1337.8	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	14079.7	6073.56	1807.73	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	14079.7	1824.91	5107.28	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	15575.5	1824.91	1807.73	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	40303.4	1268.75	425.795	30714.7	9933.37	
A1_SLU_gr3+vento_149	40303.4	2555.77	1852.37	58313.1	47073.7	
A1_SLU_vento_gr4_154	38704.4	2060.46	2745.92	47453.7	70441.1	
A1_SLU_gr3+vento_149	40303.4	2555.77	1852.37	58313.1	47073.7	
A1_SLU_vento_gr4_154	38704.4	2060.46	2745.92	47453.7	70441.1	
E_103x_SLV_q=1.5_202	23826.2	4052.98	1337.8	82205.2	22982	
E_103y_SLV_q=1.5_203	23826.2	1218.74	3540.87	25774	72802	
E_103z_SLV_q=1.5_204	25322	1218.74	1337.8	25774	22982	
E_103x_SLV_q=1_208	23826.2	6073.56	1807.73	122526	33655.1	
E_103y_SLV_q=1_209	23826.2	1824.91	5107.28	37870.4	108379	
E_103z_SLV_q=1_210	25322	1824.91	1807.73	37870.4	33655.1	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	59811.9	1268.75	425.795	34521	11210.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	59811.9	2555.77	1852.37	65980.5	52630.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	58212.9	2060.46	2745.92	53635.1	78678.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	59811.9	2555.77	1852.37	65980.5	52630.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	58212.9	2060.46	2745.92	53635.1	78678.8	
E_103x_SLV_q=1.36_205	38441.8	5957.65	1882.15	108140	30763.6	
E_103y_SLV_q=1.36_206	38441.8	2839.98	4305.53	36712.5	92835.8	
E_103z_SLV_q=1.36_207	40322.3	2839.98	1882.15	36712.5	30763.6	
E_103x_SLV_q=1_208	38441.8	7573.34	2257.66	145246	40428	
E_103y_SLV_q=1_209	38441.8	3324.69	5557.21	47844.4	125050	
E_103z_SLV_q=1_210	40322.3	3324.69	2257.66	47844.4	40428	

 <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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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	340 $\Phi$ 30 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/15	8.7 cm
plinto	Trasv: 6 strati $\Phi$ 30/10 Long 6 trati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	80 $\Phi$ 30 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

## 8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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.

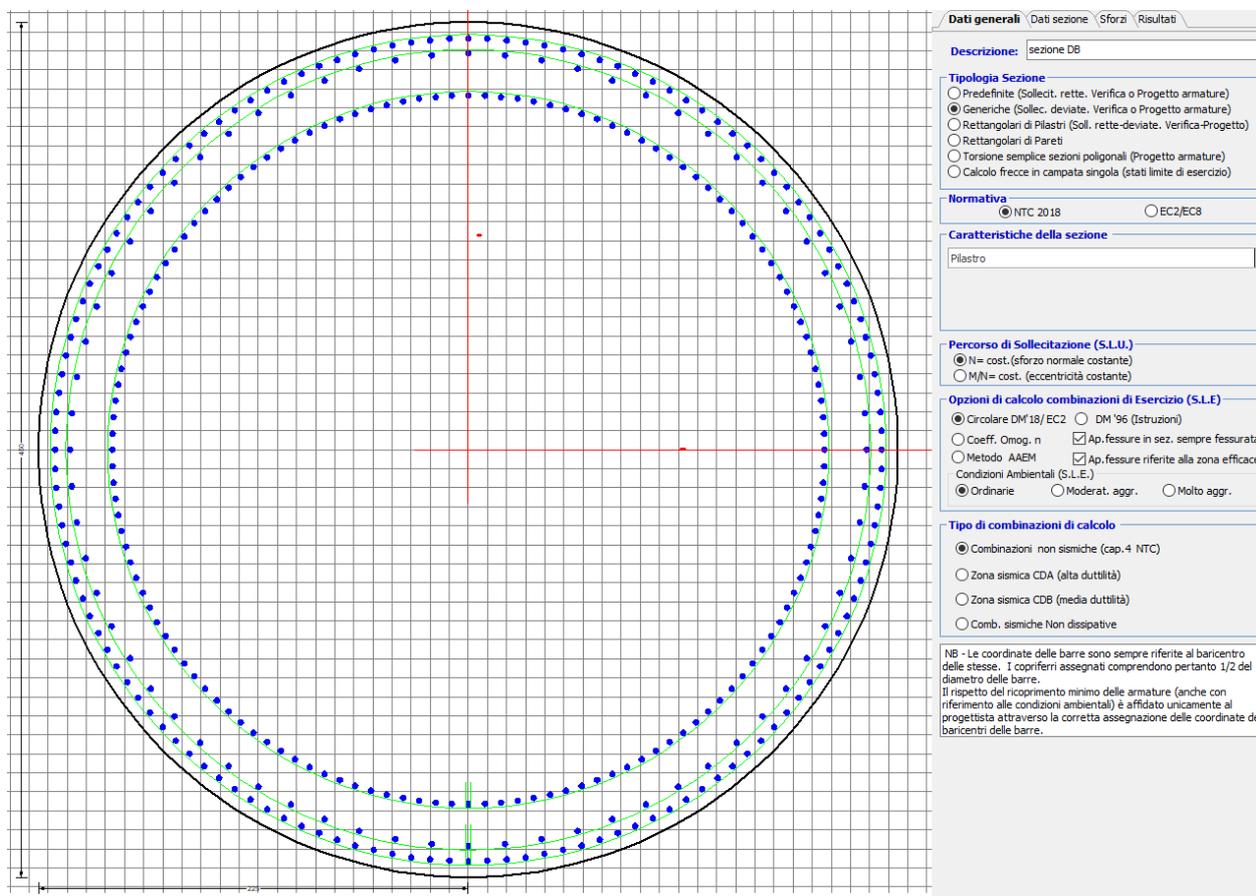


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 340 di diametro  $\Phi 30$  che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno e speculari internamente alla sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME SEZIONE: Circolare 4.5m**

Descrizione Sezione:	sezione DB
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi baric. X',Y' // assi coordinate.  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO -**

Classe:	C32/40
Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.000 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00 daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

**ACCIAIO -**

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

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
 Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 225.0 cm  
 X centro circ.: 0.0 cm  
 Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	216.5	136	30
2	0.0	0.0	186.5	136	30
3	0.0	0.0	208.5	68	30

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X' // asse X coordinate  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	40303.37	30714.71	9933.37	0.00	0.00
2	40303.37	58313.14	47073.72	0.00	0.00
3	38704.42	47453.72	70441.05	0.00	0.00
4	40303.37	58313.14	47073.72	0.00	0.00
5	38704.42	47453.72	70441.05	0.00	0.00
6	23826.23	82205.24	22982.03	0.00	0.00
7	23826.23	25774.04	72802.03	0.00	0.00
8	25322.01	25774.04	22982.03	0.00	0.00
9	38116.42	36537.23	8025.91	0.00	0.00
10	38116.42	64135.66	45166.26	0.00	0.00
11	36954.86	52111.74	68915.08	0.00	0.00
12	38116.42	64135.66	45166.26	0.00	0.00
13	36954.86	52111.74	68915.08	0.00	0.00
14	23826.23	82205.24	22982.03	0.00	0.00
15	23826.23	25774.04	72802.03	0.00	0.00
16	25322.01	25774.04	22982.03	0.00	0.00
17	40303.37	30714.71	9933.37	0.00	0.00
18	40303.37	58313.14	47073.72	0.00	0.00
19	38704.42	47453.72	70441.05	0.00	0.00
20	40303.37	58313.14	47073.72	0.00	0.00
21	38704.42	47453.72	70441.05	0.00	0.00
22	23826.23	82205.24	22982.03	0.00	0.00
23	23826.23	25774.04	72802.03	0.00	0.00
24	25322.01	25774.04	22982.03	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	28698.81	21148.91	5363.40
2	28698.81	40173.49	30123.60
3	27596.09	32678.35	45953.62
4	28698.81	40173.49	30123.60
5	27596.09	32678.35	45953.62
6	27190.57	21148.91	5363.40
7	27190.57	44189.02	29196.33
8	26389.50	35890.78	45211.81
9	27190.57	44189.02	29196.33
10	26389.50	35890.78	45211.81
11	28698.81	21148.91	5363.40
12	28698.81	40173.49	30123.60
13	27596.09	32678.35	45953.62
14	28698.81	40173.49	30123.60
15	27596.09	32678.35	45953.62
16	23398.87	46429.68	13538.33
17	23398.87	15041.37	41323.04

18	23897.47	15041.37	13538.33
19	23900.05	54022.96	14024.84
20	23900.05	17319.35	42944.72
21	25568.07	17319.35	14024.84
22	23900.05	54022.96	14024.84
23	23900.05	17319.35	42944.72
24	25568.07	17319.35	14024.84

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

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	27596.09	32251.98 (77782.43)	4685.07 (11299.03)
2	27596.09	32678.35 (30779.07)	45953.62 (43282.77)
3	27596.09	32678.35 (30779.07)	45953.62 (43282.77)
4	27596.09	32678.35 (30779.07)	45953.62 (43282.77)
5	27596.09	32678.35 (30779.07)	45953.62 (43282.77)
6	26389.50	35464.40 (68286.89)	3943.26 (7592.77)
7	26389.50	35890.78 (32082.74)	45211.81 (40414.81)
8	26389.50	35890.78 (32082.74)	45211.81 (40414.81)
9	26389.50	35890.78 (32082.74)	45211.81 (40414.81)
10	26389.50	35890.78 (32082.74)	45211.81 (40414.81)
11	27596.09	32251.98 (77782.43)	4685.07 (11299.03)
12	27596.09	32678.35 (30779.07)	45953.62 (43282.77)
13	27596.09	32678.35 (30779.07)	45953.62 (43282.77)
14	27596.09	32678.35 (30779.07)	45953.62 (43282.77)
15	27596.09	32678.35 (30779.07)	45953.62 (43282.77)

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

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	23185.19	1589.23 (14879.81)	1643.14 (0.00)
2	23185.19	1674.51 (0.00)	9896.85 (0.00)
3	23185.19	1674.51 (0.00)	9896.85 (0.00)
4	23185.19	1674.51 (0.00)	9896.85 (0.00)
5	23185.19	1674.51 (0.00)	9896.85 (0.00)
6	23185.19	1589.23 (0.00)	1643.14 (0.00)
7	23185.19	1674.51 (0.00)	9896.85 (0.00)
8	23185.19	1674.51 (0.00)	9896.85 (0.00)
9	23185.19	1674.51 (0.00)	9896.85 (0.00)
10	23185.19	1674.51 (0.00)	9896.85 (0.00)
11	23185.19	1589.23 (0.00)	1643.14 (0.00)
12	23185.19	1674.51 (0.00)	9896.85 (0.00)
13	23185.19	1674.51 (0.00)	9896.85 (0.00)
14	23185.19	1674.51 (0.00)	9896.85 (0.00)
15	23185.19	393.63 (0.00)	9896.85 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Componente X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	40303.37	30714.71	9933.37	40303.31	194317.54(194317.54)	62841.87(62841.87)	6.332403.3(477.1)	
2	S	40303.37	58313.14	47073.72	40303.41	158906.35(158906.35)	128279.19(128279.19)	2.732403.3(477.1)	
3	S	38704.42	47453.72	70441.05	38704.45	113350.95(113350.95)	168216.18(168216.18)	2.392403.3(477.1)	
4	S	40303.37	58313.14	47073.72	40303.41	158906.35(158906.35)	128279.19(128279.19)	2.732403.3(477.1)	
5	S	38704.42	47453.72	70441.05	38704.45	113350.95(113350.95)	168216.18(168216.18)	2.392403.3(477.1)	
6	S	23826.23	82205.24	22982.03	23825.98	181742.57(181742.57)	50803.75(50803.75)	2.212403.3(477.1)	
7	S	23826.23	25774.04	72802.03	23826.23	62970.34(62970.34)	177871.10(177871.10)	2.442403.3(477.1)	
8	S	25322.01	25774.04	22982.03	25322.04	141984.13(141984.13)	126587.03(126587.03)	5.512403.3(477.1)	
9	S	38116.42	36537.23	8025.91	38116.20	197602.92(197602.92)	43436.09(43436.09)	5.412403.3(477.1)	
10	S	38116.42	64135.66	45166.26	38116.54	165434.72(165434.72)	116469.96(116469.96)	2.582403.3(477.1)	
11	S	36954.86	52111.74	68915.08	36954.86	121400.73(121400.73)	160544.74(160544.74)	2.332403.3(477.1)	
12	S	38116.42	64135.66	45166.26	38116.54	165434.72(165434.72)	116469.96(116469.96)	2.582403.3(477.1)	
13	S	36954.86	52111.74	68915.08	36954.86	121400.73(121400.73)	160544.74(160544.74)	2.332403.3(477.1)	
14	S	23826.23	82205.24	22982.03	23825.98	181742.57(181742.57)	50803.75(50803.75)	2.212403.3(477.1)	
15	S	23826.23	25774.04	72802.03	23826.23	62970.34(62970.34)	177871.10(177871.10)	2.442403.3(477.1)	
16	S	25322.01	25774.04	22982.03	25322.04	141984.13(141984.13)	126587.03(126587.03)	5.512403.3(477.1)	
17	S	40303.37	30714.71	9933.37	40303.31	194317.54(194317.54)	62841.87(62841.87)	6.332403.3(477.1)	
18	S	40303.37	58313.14	47073.72	40303.41	158906.35(158906.35)	128279.19(128279.19)	2.732403.3(477.1)	
19	S	38704.42	47453.72	70441.05	38704.45	113350.95(113350.95)	168216.18(168216.18)	2.392403.3(477.1)	
20	S	40303.37	58313.14	47073.72	40303.41	158906.35(158906.35)	128279.19(128279.19)	2.732403.3(477.1)	
21	S	38704.42	47453.72	70441.05	38704.45	113350.95(113350.95)	168216.18(168216.18)	2.392403.3(477.1)	

22	S	23826.23	82205.24	22982.03	23825.98	181742.57(181742.57)	50803.75(50803.75)	2.212403.3(477.1)
23	S	23826.23	25774.04	72802.03	23826.23	62970.34(62970.34)	177871.10(177871.10)	2.442403.3(477.1)
24	S	25322.01	25774.04	22982.03	25322.04	141984.13(141984.13)	126587.03(126587.03)	5.512403.3(477.1)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	69.2	156.4	0.00330	68.8	205.3	-0.00674	-68.8	-205.3
2	0.00350	141.3	37.5	0.00330	138.3	166.6	-0.00674	-138.3	-166.6
3	0.00350	186.6	37.5	0.00330	178.6	122.4	-0.00686	-178.6	-122.4
4	0.00350	141.3	37.5	0.00330	138.3	166.6	-0.00674	-138.3	-166.6
5	0.00350	186.6	37.5	0.00330	178.6	122.4	-0.00686	-178.6	-122.4
6	0.00350	60.6	156.4	0.00328	59.2	208.2	-0.00813	-59.2	-208.2
7	0.00350	212.1	37.5	0.00328	205.3	68.8	-0.00813	-205.3	-68.8
8	0.00350	149.7	37.5	0.00328	145.9	160.0	-0.00799	-145.9	-160.0
9	0.00350	48.3	37.5	0.00330	49.6	210.7	-0.00690	-49.6	-210.7
10	0.00350	129.6	37.5	0.00330	122.4	178.6	-0.00690	-122.4	-178.6
11	0.00350	179.5	156.4	0.00330	172.8	130.5	-0.00699	-172.8	-130.5
12	0.00350	129.6	37.5	0.00330	122.4	178.6	-0.00690	-122.4	-178.6
13	0.00350	179.5	37.5	0.00330	172.8	130.5	-0.00699	-172.8	-130.5
14	0.00350	60.6	37.5	0.00328	59.2	208.2	-0.00813	-59.2	-208.2
15	0.00350	212.1	8.9	0.00328	205.3	68.8	-0.00813	-205.3	-68.8
16	0.00350	149.7	216.0	0.00328	145.9	160.0	-0.00799	-145.9	-160.0
17	0.00350	69.2	77.0	0.00330	68.8	205.3	-0.00674	-68.8	-205.3
18	0.00350	141.3	167.2	0.00330	138.3	166.6	-0.00674	-138.3	-166.6
19	0.00350	186.6	217.8	0.00330	178.6	122.4	-0.00686	-178.6	-122.4
20	0.00350	141.3	84.2	0.00330	138.3	166.6	-0.00674	-138.3	-166.6
21	0.00350	186.6	174.9	0.00330	178.6	122.4	-0.00686	-178.6	-122.4
22	0.00350	60.6	217.8	0.00328	59.2	208.2	-0.00813	-59.2	-208.2
23	0.00350	212.1	84.2	0.00328	205.3	68.8	-0.00813	-205.3	-68.8
24	0.00350	149.7	174.9	0.00328	145.9	160.0	-0.00799	-145.9	-160.0

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000007135	0.000022061	-0.001716956	----	----
2	0.000014564	0.000018042	-0.001717060	----	----
3	0.000019455	0.000013106	-0.001778137	----	----
4	0.000014564	0.000018042	-0.001717060	----	----
5	0.000019455	0.000013106	-0.001778137	----	----
6	0.000007094	0.000025376	-0.002428468	----	----

7	0.000024839	0.000008794	-0.002428669	----	----
8	0.000017321	0.000019425	-0.002355836	----	----
9	0.000005055	0.000023011	-0.001800908	----	----
10	0.000013565	0.000019263	-0.001800960	----	----
11	0.000018956	0.000014334	-0.001847093	----	----
12	0.000013565	0.000019263	-0.001800960	----	----
13	0.000018956	0.000014334	-0.001847093	----	----
14	0.000007094	0.000025376	-0.002428468	----	----
15	0.000024839	0.000008794	-0.002428669	----	----
16	0.000017321	0.000019425	-0.002355836	----	----
17	0.000007135	0.000022061	-0.001716956	----	----
18	0.000014564	0.000018042	-0.001717060	----	----
19	0.000019455	0.000013106	-0.001778137	----	----
20	0.000014564	0.000018042	-0.001717060	----	----
21	0.000019455	0.000013106	-0.001778137	----	----
22	0.000007094	0.000025376	-0.002428468	----	----
23	0.000024839	0.000008794	-0.002428669	----	----
24	0.000017321	0.000019425	-0.002355836	----	----

**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	3.26	55.3	300.0	-3.9	-49.6	-210.7	1386	70.7
2	S	6.47	135.0	0.0	-70.7	-130.5	-172.8	13807	494.8
3	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2
4	S	6.47	135.0	0.0	-70.7	-130.5	-172.8	13807	494.8
5	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2
6	S	3.19	55.3	0.0	-5.3	-49.6	-210.7	2012	99.0
7	S	6.82	124.0	0.0	-84.0	-122.4	-178.6	14771	523.1
8	S	7.42	176.2	0.0	-102.2	-166.6	-138.3	15613	537.2
9	S	6.82	124.0	0.0	-84.0	-122.4	-178.6	14771	523.1
10	S	7.42	176.2	0.0	-102.2	-166.6	-138.3	15613	537.2
11	S	3.26	55.3	0.0	-3.9	-49.6	-210.7	1386	70.7
12	S	6.47	135.0	0.0	-70.7	-130.5	-172.8	13807	494.8
13	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2
14	S	6.47	135.0	0.0	-70.7	-130.5	-172.8	13807	494.8
15	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2
16	S	6.22	63.0	0.0	-81.3	-59.2	-208.2	15221	537.2
17	S	5.66	211.4	0.0	-67.1	-201.9	-78.2	14469	501.9
18	S	2.91	150.5	0.0	-6.3	-145.9	-160.0	2745	141.4
19	S	7.17	56.5	0.0	-104.5	-49.6	-210.7	16017	558.4
20	S	5.96	208.7	0.0	-73.0	-201.9	-78.2	14724	523.1
21	S	3.17	141.6	0.0	-7.7	-138.3	-166.6	3142	155.5
22	S	7.17	56.5	0.0	-104.5	-49.6	-210.7	16017	558.4
23	S	5.96	208.7	0.0	-73.0	-201.9	-78.2	14724	523.1
24	S	3.17	141.6	0.0	-7.7	-138.3	-166.6	3142	155.5

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	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	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 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	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	405	0.005 (990.00)	205517.66	52119.63
2	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	475	0.101 (990.00)	45914.48	34428.41
3	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (990.00)	30779.07	43282.77
4	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	475	0.101 (990.00)	45914.48	34428.41
5	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (990.00)	30779.07	43282.77
6	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	411	0.007 (990.00)	164358.91	41681.70
7	S	-0.00044	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	478	0.120 (990.00)	45298.29	29929.24
8	S	-0.00053	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	485	0.149 (990.00)	32082.74	40414.81
9	S	-0.00044	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	478	0.120 (990.00)	45298.29	29929.24
10	S	-0.00053	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	485	0.149 (990.00)	32082.74	40414.81
11	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	405	0.005 (990.00)	205517.66	52119.63
12	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	475	0.101 (990.00)	45914.48	34428.41
13	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (990.00)	30779.07	43282.77
14	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	475	0.101 (990.00)	45914.48	34428.41
15	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (990.00)	30779.07	43282.77
16	S	-0.00042	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	479	0.117 (990.00)	50730.46	14792.39
17	S	-0.00035	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	483	0.097 (990.00)	18898.17	51918.81
18	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	403	0.008 (990.00)	105971.98	95382.51
19	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	482	0.151 (990.00)	48702.57	12643.62
20	S	-0.00038	0	0.833	30.0	70	0.00022 (0.00022)	477	0.105 (990.00)	20358.64	50480.90
21	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	410	0.010 (990.00)	102417.53	82935.53
22	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	482	0.151 (990.00)	48702.57	12643.62
23	S	-0.00038	0	0.833	30.0	70	0.00022 (0.00022)	477	0.105 (990.00)	20358.64	50480.90
24	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	410	0.010 (990.00)	102417.53	82935.53

**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	4.32	32.3	300.0	-25.0	-29.9	-214.4	7962	339.3
2	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2
3	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2
4	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2
5	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2
6	S	4.66	24.9	0.0	-35.0	-20.0	-215.6	10211	402.9
7	S	7.42	176.2	0.0	-102.2	-166.6	-138.3	15613	537.2
8	S	7.42	176.2	0.0	-102.2	-166.6	-138.3	15613	537.2
9	S	7.42	176.2	0.0	-102.2	-166.6	-138.3	15613	537.2
10	S	7.42	176.2	0.0	-102.2	-166.6	-138.3	15613	537.2
11	S	4.32	32.3	0.0	-25.0	-29.9	-214.4	7962	339.3
12	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2
13	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2
14	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2
15	S	7.25	183.4	0.0	-93.8	-178.6	-122.4	15137	537.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	437	0.033 (0.20)	77782.43	11299.03
2	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (0.20)	30779.07	43282.77
3	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (0.20)	30779.07	43282.77
4	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (0.20)	30779.07	43282.77
5	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (0.20)	30779.07	43282.77
6	S	-0.00019	0	0.833	30.0	70	0.00010 (0.00010)	453	0.048 (0.20)	68286.89	7592.77
7	S	-0.00053	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	485	0.149 (0.20)	32082.74	40414.81
8	S	-0.00053	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	485	0.149 (0.20)	32082.74	40414.81
9	S	-0.00053	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	485	0.149 (0.20)	32082.74	40414.81
10	S	-0.00053	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	485	0.149 (0.20)	32082.74	40414.81
11	S	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	437	0.033 (0.20)	77782.43	11299.03
12	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (0.20)	30779.07	43282.77
13	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (0.20)	30779.07	43282.77
14	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (0.20)	30779.07	43282.77
15	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	478	0.134 (0.20)	30779.07	43282.77

**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	1.37	161.7	300.0	15.1	-153.1	-153.1	---	---
2	S	2.01	221.8	0.0	6.0	-212.8	-39.8	---	---
3	S	2.01	221.8	0.0	6.0	-212.8	-39.8	---	---
4	S	2.01	221.8	0.0	6.0	-212.8	-39.8	---	---
5	S	2.01	221.8	0.0	6.0	-212.8	-39.8	---	---
6	S	1.37	161.7	0.0	15.1	-153.1	-153.1	---	---
7	S	2.01	221.8	0.0	6.0	-212.8	-39.8	---	---
8	S	2.01	221.8	0.0	6.0	-212.8	-39.8	---	---
9	S	2.01	221.8	0.0	6.0	-212.8	-39.8	---	---
10	S	2.01	221.8	0.0	6.0	-212.8	-39.8	---	---
11	S	1.37	161.7	0.0	15.1	-153.1	-153.1	---	---
12	S	2.01	221.8	0.0	6.0	-212.8	-39.8	---	---
13	S	2.01	221.8	0.0	6.0	-212.8	-39.8	---	---
14	S	2.01	221.8	0.0	6.0	-212.8	-39.8	---	---
15	S	2.00	224.8	0.0	6.2	-216.3	-10.0	---	---

**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	-0.00036	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	14879.81	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

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	$A_{sw}$	5	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	15	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	$c'$	9	cm
spessore anima sezione rettangolar	sb	0	cm
sezione	tipo	circolare	
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$	
<b>Direzione Longitudinale</b>			
resistenza ridotta	$f'c$	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	$V_c$	38660	kN
resistenza staffe	$V_s$	9629	kN
taglio resistente	$V_r$	9629	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	6337	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.66	
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	$V_c$	38660	kN
resistenza staffe	$V_s$	9629	kN
taglio resistente	$V_r$	9629	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	5424	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.56	

 <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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

#### 8.4 Verifica minimi di armatura

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

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

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

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

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

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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>340</b>	
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>30</b>	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	240332	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000.00	mm <sup>3</sup>
		<b>1.51%</b>	>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.14</b>	g
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.03	
interasse staffe	s	<b>150</b>	mm
diametro armature trasversale	$\varphi$	<b>12</b>	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	Asw	2.26	mm <sup>2</sup>
area totale legature	Asl	16.08	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.0565</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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:

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

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>0.613</b>	s
periodo tratto a spostamento costante		TD	<b>1.970</b>	s
coef. categoria e topografia terreno		S	<b>1.5</b>	
accelerazione orizzontale max al sito		ag	<b>0.139</b>	g
periodo di vibrare longitudinale		T1	0.84	sec
fattore di struttura		q	1.5	
fattore di duttilità in spostamento		$\mu$	1.5	
accelerazione di riferimento pila dir. long		ag (I)	0.19	g
		w	0.13	sec
			0.03	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale		dEe	<b>0.0000</b>	m
spostamento totale relativo		<b>dEd</b>	<b>0.0498</b>	m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno				
spostamento massimo orizz. del terreno	<b>dg</b>	<b>0.0617</b>	m	
spostamenti massimi terreno punto i	dji	<b>0.062</b>	m	
spostamenti massimi terreno punto j	dgi	<b>0.062</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>60</b>	m	
per suoli differenti o distanza <20m	dij0	0.0000	m	
su stesso suolo	dij0	0.0012	m	
formulazione adottata		(3.2.16)		
	<b>dij, max</b>	<b>0.1091</b>	m	
spost. relativo tra due punti dipendenti	di(x)	0.039	m	

spostamento longitudinale relativo alla termica				
variazione termica uniforme	DT	<b>20</b>	°C	
coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$	1.20E-05	1/°C	
dilatazione termica	Dt	0.012	m	
dilatazione termica incrementata del 50%	<b>Dt</b>	<b>0.018</b>	m	
spostamento longitudinale finale				
coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45		
coefficiente controfase pile	k2	0.55		
spostamento longitudinale minimo	EL min	0.19	m	
spostamento long di calcolo	EL	0.16	m	
spostamento longitudinale	<b>EL</b>	<b>18.708</b>	m	
altri spostamenti longitudinali				
escursione longitudinale giunto	Eg	± 10.4	cm	
corsa appoggi mobili	Cap	± 11.7	cm	
ampiezza dei varchi	v	11.4	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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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:

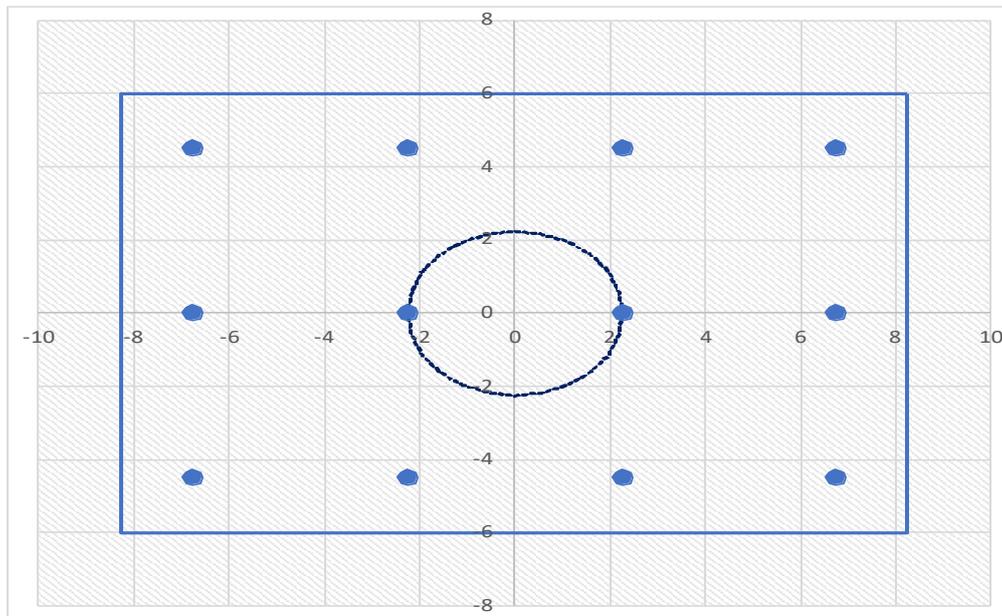
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0.10m$$

<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.	<b>12</b>	
diametro pali		D	<b>1.5</b>	m
interasse pali		i	<b>4.5</b>	m
altezza plinto di fondazione		h	<b>3</b>	m
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale		at	4.5	m
sbalzo direzione longitudinale		al	2.25	m
direzione trasversale		a/h	1.5	<i>Plinto bass</i>
direzione longitudinale		a/h	0.75	<i>Plinto bass</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	2.25	4.5	7207.0	5458.8	7537.6
2	2.25	-4.5	3541.4	2800.8	-531.7
3	6.75	4.5	7986.7	7311.4	8136.5
4	6.75	-4.5	4321.1	4653.4	67.3
5	-6.75	-4.5	1982.0	-904.4	-1729.5
6	-6.75	4.5	5647.5	1753.6	6339.7
7	6.75	0	6153.9	5982.4	4101.9
8	-6.75	0	3814.7	424.6	2305.1
9	-2.25	0	4594.5	2277.2	2904.0
10	2.25	0	5374.2	4129.8	3503.0
11	-2.25	-4.5	2761.7	948.2	-1130.6
12	-2.25	4.5	6427.3	3606.2	6938.6
	taglio combinato in		263.0385	539.6514	658.558
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	4.5	4988.7	5458.8	7537.6
2	2.25	-4.5	2330.6	2800.8	-531.7
3	6.75	4.5	5587.6	7311.4	8136.5
4	6.75	-4.5	2929.6	4653.4	67.3
5	-6.75	-4.5	1132.8	-904.4	-1729.5
6	-6.75	4.5	3790.8	1753.6	6339.7
7	6.75	0	4258.6	5982.4	4101.9
8	-6.75	0	2461.8	424.6	2305.1
9	-2.25	0	3060.7	2277.2	2904.0
10	2.25	0	3659.7	4129.8	3503.0
11	-2.25	-4.5	1731.7	948.2	-1130.6
12	-2.25	4.5	4389.7	3606.2	6938.6
	taglio combinato in		334.8984	539.6514	658.558

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.

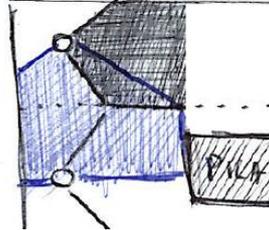


Figura 13 - mensola di riferimento

### 9.1 Dimensionamento armature

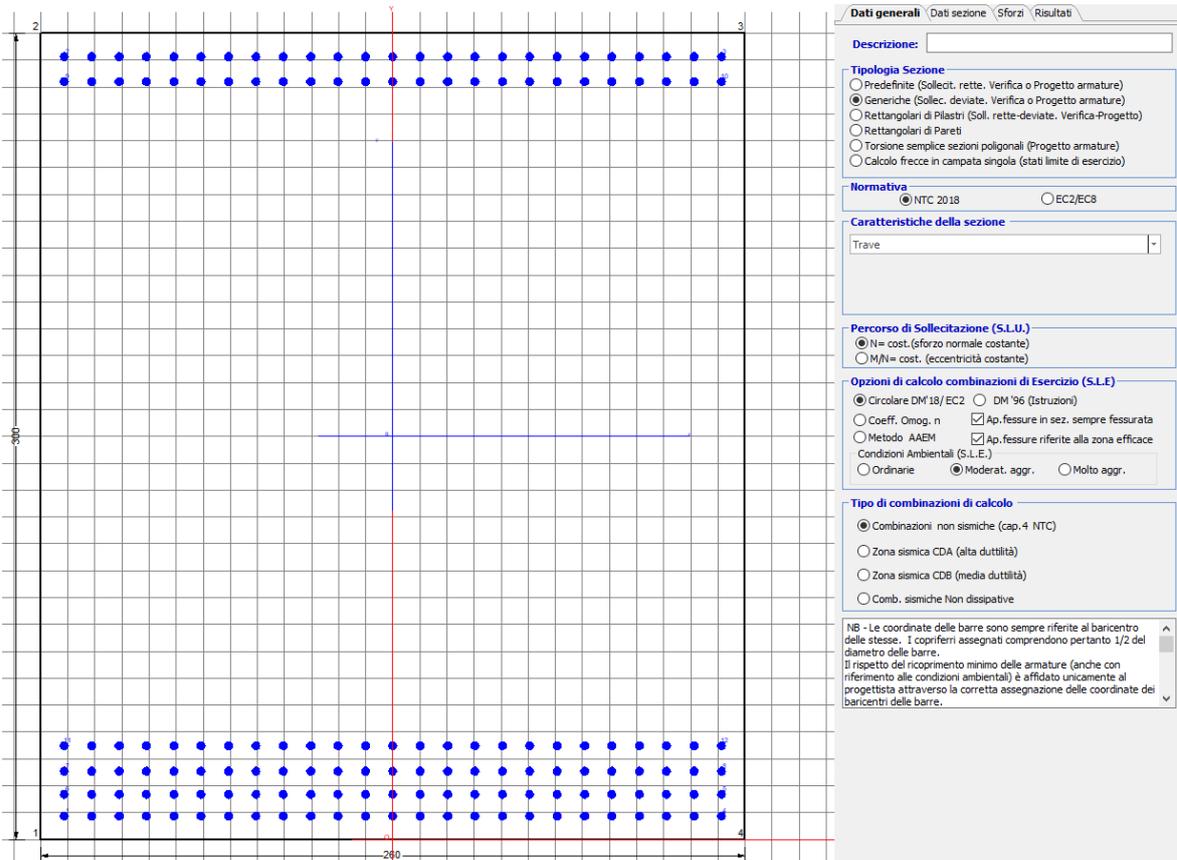
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	6.75	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	4.5	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	8.11249	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		?	20.2944	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	8089.36	KN
forza di trazione risultante		T	21874.9	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	18201.1	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	12134	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	46514.3	mm <sup>2</sup>
diametro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	3	
lunghezza di collaborazione		L	3.0101	m
numero di ferri per strato		n	30	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	63617.3	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.73116	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	31009.5	mm <sup>2</sup>
diametro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	3	
lunghezza di collaborazione		L	2.625	m
numero di ferri per strato		n	26	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	55135	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.56243	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>t</sub>	286.102	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>l</sub>	220.079	MPa

## 9.2 Verifica a prsso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 260x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

ACCIAIO -

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	16.7	30
6	-121.3	16.7	30
7	-121.3	25.4	30
8	121.3	25.4	30
9	-121.3	282.0	30
10	121.3	282.0	30
11	-121.3	34.8	30
12	121.3	34.8	30

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen. N°Barra Ini. N°Barra Fin. N°Barre Ø

1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	23	30
5	9	10	23	30
6	11	12	23	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	30166.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	25156.00	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	20863.00	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	20863.00 (15305.45)	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	11305.00 (15305.45)	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 $\geq 1.000$
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	30166.00	0.00	0.00	72543.19	0.00	2.40706.9(112.0)	
2	S	0.00	25156.00	0.00	0.00	72543.19	0.00	2.88706.9(112.0)	

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.159	-130.0	300.0	0.00284	-121.3	291.3	-0.01847	-121.3	8.7
2	0.00350	0.159	-130.0	300.0	0.00284	-121.3	291.3	-0.01847	-121.3	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	0.000075427	-0.019128214	0.159	0.700
2	0.000000000	0.000075427	-0.019128214	0.159	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.63	-130.0	300.0	-126.5	-30.3	8.7	13910	706.9

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\text{ eff}}$
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 $A_{c\text{ eff}}$ [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 = $sr\ max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00066	0	0.865	30.0	72	0.00043 (0.00038)	418	0.181 (990.00)	15305.45	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	4.63	-130.0	300.0	-126.5	-30.3	8.7	13910	706.9

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00066	0	0.865	30.0	72	0.00043 (0.00038)	418	0.181 (0.20)	15305.45	0.00

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

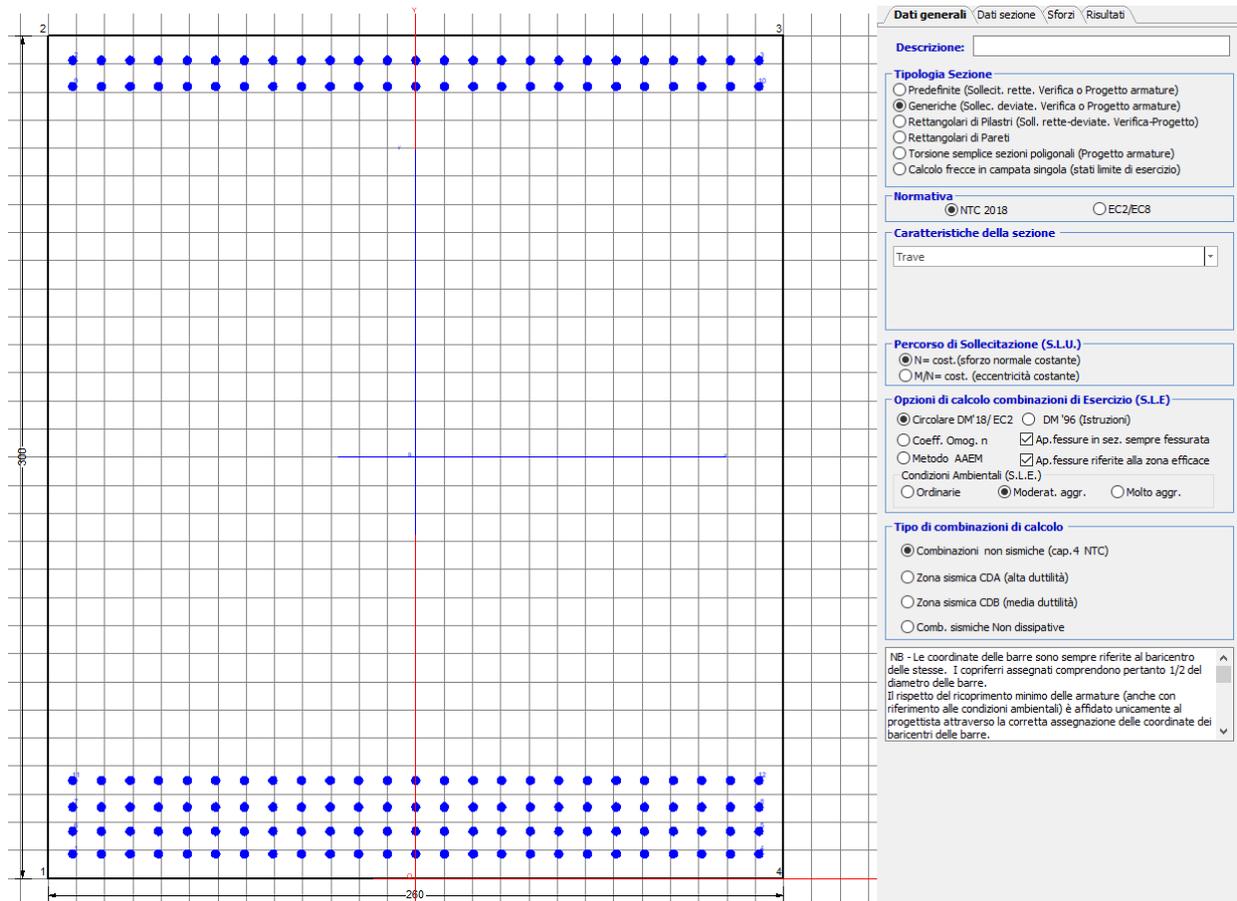
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.51	-130.0	300.0	-68.6	-30.3	8.7	13910	706.9

**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	-0.00036	0	0.865	30.0	72	0.00021 (0.00021)	418	0.088 (0.20)	15305.45	0.00

### 9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: fondazione X 260x300

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	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	16.7	30
6	-121.3	16.7	30
7	-121.3	25.4	30
8	121.3	25.4	30
9	-121.3	282.0	30
10	121.3	282.0	30
11	-121.3	34.8	30
12	121.3	34.8	30

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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

5	9	10	23	30
6	11	12	23	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	30166.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	25156.00	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	20863.00	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	20863.00 (15305.45)	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	11305.00 (15305.45)	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	30166.00	0.00	0.00	72543.19	0.00	2.40706.9(112.0)	
2	S	0.00	25156.00	0.00	0.00	72543.19	0.00	2.88706.9(112.0)	

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.159	-130.0	300.0	0.00284	-121.3	291.3	-0.01847	-121.3	8.7
2	0.00350	0.159	-130.0	300.0	0.00284	-121.3	291.3	-0.01847	-121.3	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	0.000075427	-0.019128214	0.159	0.700
2	0.000000000	0.000075427	-0.019128214	0.159	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.63	-130.0	300.0	-126.5	-30.3	8.7	13910	706.9

**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
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00066	0	0.865	30.0	72	0.00043 (0.00038)	418	0.181 (990.00)	15305.45	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	4.63	-130.0	300.0	-126.5	-30.3	8.7	13910	706.9

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00066	0	0.865	30.0	72	0.00043 (0.00038)	418	0.181 (0.20)	15305.45	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.51	-130.0	300.0	-68.6	-30.3	8.7	13910	706.9

**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	-0.00036	0	0.865	30.0	72	0.00021 (0.00021)	418	0.088 (0.20)	15305.45	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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	4.71239	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			?	45	gradi
perimetro zona critica			u1	21.1115	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.75	m
raggio esterno			R	3.36	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.6911	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	18.5342	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	8089.36	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.92079	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.18416	
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento</b>					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.0081	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00805	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01142	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.61104	MPa
			vRd,c	0.7691	MPa
				0.79448	

 <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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

## 10 PALI DI FONDAZIONE

### 10.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

dove  $N$ ,  $M_l$ ,  $M_t$  sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata,  $n$  è il numero di pali e  $J_l$ ,  $J_t$  sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

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

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

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

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

### 10.2 Verifica strutturale

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

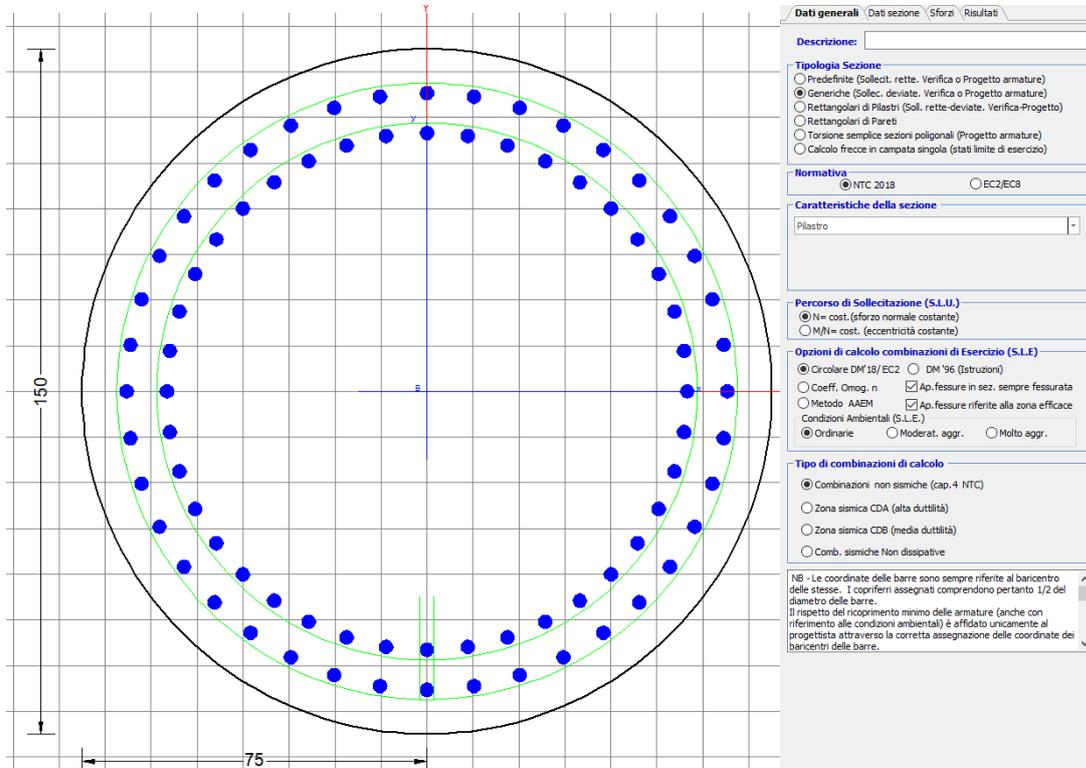
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>59812</b>	2556	1852	65980	52631	
E_103x_SLV_q=1.36_63	38442	5958	1882	108140	30764	
E_103y_SLV_q=1.36_64	38442	2840	4306	36712	92836	
E_103x_SLV_q=1.36_63	38442	5958	1882	<b>108140</b>	30764	
E_103y_SLV_q=1.36_64	38442	2840	4306	36712	<b>92836</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</b>	REV. <b>B</b>

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	2.25	4.5	7835.73	6956.93	5432.63
2	2.25	-4.5	4170.15	855.425	3299.31
3	6.75	4.5	8615.45	7420.18	6815.47
4	6.75	-4.5	4949.87	1318.68	4682.15
5	-6.75	-4.5	2610.72	-71.088	533.624
6	-6.75	4.5	6276.3	6030.42	2666.94
7	6.75	0	6782.66	4369.43	5748.81
8	-6.75	0	4443.51	2979.66	1600.28
9	-2.25	0	5223.23	3442.92	2983.13
10	2.25	0	6002.94	3906.18	4365.97
11	-2.25	-4.5	3390.43	392.169	1916.47
12	-2.25	4.5	7056.02	6493.67	4049.79
taglio equivalente			263.039	569.585	468.414
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.68
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	8615	213	154	639	463
combo2	7420	543	171	1630	513
combo3	6815	284	373	851	1119
combo4	-71	543	171	1630	513



**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME SEZIONE: palo 1.5**

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

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

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

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	65.3	28	30
2	0.0	0.0	56.6	28	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	11368.61	686.82	915.31	0.00	0.00
2	1264.19	422.92	141.93	0.00	0.00
3	11038.77	851.92	617.46	0.00	0.00
4	11368.61	686.82	915.31	0.00	0.00
5	11038.77	851.92	617.46	0.00	0.00
6	11368.61	686.82	915.31	0.00	0.00
7	9415.89	1985.88	627.38	0.00	0.00
8	-873.26	1985.88	627.38	0.00	0.00
9	9415.89	1985.88	627.38	0.00	0.00
10	9069.40	946.66	1435.18	0.00	0.00
11	9415.89	1985.88	627.38	0.00	0.00
12	9069.40	946.66	1435.18	0.00	0.00
13	0.00	7455.00	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	7940.08	473.43	594.33
2	1181.30	473.43	584.67
3	7724.38	587.39	391.79
4	7940.08	473.43	594.33
5	7724.38	587.39	391.79
6	7940.08	473.43	594.33
7	7292.88	1005.64	383.67
8	1296.47	1005.64	383.67
9	6923.13	1005.64	383.67
10	6751.68	477.77	797.60
11	6923.13	1062.08	383.67
12	6751.68	477.77	797.60

**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	7940.08	473.43 (0.00)	594.33 (0.00)
2	1181.30	473.43 (1132.93)	584.67 (1399.13)
3	7940.08	473.43 (0.00)	594.33 (0.00)
4	7940.08	473.43 (0.00)	594.33 (0.00)
5	7940.08	473.43 (0.00)	594.33 (0.00)
6	7940.08	473.43 (0.00)	594.33 (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	4654.52	1.35 (0.00)	131.21 (0.00)
2	3709.01	1.35 (0.00)	131.21 (0.00)
3	4654.52	1.35 (0.00)	131.21 (0.00)
4	4654.52	1.35 (0.00)	131.21 (0.00)
5	4654.52	1.35 (0.00)	131.21 (0.00)
6	4654.52	1.35 (0.00)	131.21 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	11368.61	686.82	915.31	11368.40	5486.57	7302.82	7.98	395.8(53.0)
2	S	1264.19	422.92	141.93	1264.01	7563.66	2545.05	17.89	395.8(53.0)
3	S	11038.77	851.92	617.46	11038.54	7401.44	5369.82	8.69	395.8(53.0)
4	S	11368.61	686.82	915.31	11368.40	5486.57	7302.82	7.98	395.8(53.0)
5	S	11038.77	851.92	617.46	11038.54	7401.44	5369.82	8.69	395.8(53.0)
6	S	11368.61	686.82	915.31	11368.40	5486.57	7302.82	7.98	395.8(53.0)
7	S	9415.89	1985.88	627.38	9416.00	8730.99	2756.14	4.40	395.8(53.0)
8	S	-873.26	1985.88	627.38	-873.31	7012.71	2203.79	3.53	395.8(53.0)
9	S	9415.89	1985.88	627.38	9416.00	8730.99	2756.14	4.40	395.8(53.0)
10	S	9069.40	946.66	1435.18	9069.45	5036.49	7635.30	5.32	395.8(53.0)
11	S	9415.89	1985.88	627.38	9416.00	8730.99	2756.14	4.40	395.8(53.0)
12	S	9069.40	946.66	1435.18	9069.45	5036.49	7635.30	5.32	395.8(53.0)
13	S	0.00	7455.00	0.00	0.00	7624.70	0.00	1.02	395.8(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	60.0	0.8	0.00308	51.1	40.7	-0.00262	-51.1	-40.7
2	0.00350	23.9	0.8	0.00281	14.5	63.7	-0.00617	-14.5	-63.7
3	0.00350	44.0	0.8	0.00307	40.7	51.1	-0.00269	-40.7	-51.1
4	0.00350	60.0	0.8	0.00308	51.1	40.7	-0.00262	-51.1	-40.7
5	0.00350	44.0	0.8	0.00307	40.7	51.1	-0.00269	-40.7	-51.1
6	0.00350	60.0	0.8	0.00308	51.1	40.7	-0.00262	-51.1	-40.7
7	0.00350	22.6	70.1	0.00304	14.5	63.7	-0.00307	-14.5	-63.7
8	0.00350	22.6	70.1	0.00272	14.5	63.7	-0.00754	-14.5	-63.7
9	0.00350	22.6	70.1	0.00304	14.5	63.7	-0.00307	-14.5	-63.7
10	0.00350	62.6	38.5	0.00303	51.1	40.7	-0.00315	-51.1	-40.7
11	0.00350	22.6	70.5	0.00304	14.5	63.7	-0.00307	-14.5	-63.7
12	0.00350	62.6	38.5	0.00303	51.1	40.7	-0.00315	-51.1	-40.7
13	0.00350	0.0	75.0	0.00278	0.0	65.3	-0.00695	0.0	-65.3

**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	0.000034897	0.000026186	0.000227788	----	----
2	0.000021982	0.000065503	-0.001681979	----	----
3	0.000025904	0.000035740	0.000189462	----	----
4	0.000034897	0.000026186	0.000227788	----	----
5	0.000025904	0.000035740	0.000189462	----	----
6	0.000034897	0.000026186	0.000227788	----	----
7	0.000014118	0.000044689	-0.000014926	----	----
8	0.000023732	0.000075120	-0.002408438	----	----
9	0.000014118	0.000044689	-0.000014926	----	----
10	0.000039648	0.000026152	-0.000062189	----	----
11	0.000014118	0.000044689	-0.000014926	----	----
12	0.000039648	0.000026152	-0.000062189	----	----
13	0.000000000	0.000074478	-0.002085833	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.95	58.7	0.0	29.7	-51.1	-40.7	----	----
2	S	2.43	58.3	0.0	-25.1	-51.1	-40.7	1625	56.5
3	S	4.75	41.6	0.0	29.9	-40.7	-51.1	----	----
4	S	4.95	58.7	0.0	29.7	-51.1	-40.7	----	----
5	S	4.75	41.6	0.0	29.9	-40.7	-51.1	----	----
6	S	4.95	58.7	0.0	29.7	-51.1	-40.7	----	----
7	S	5.34	26.7	0.0	17.1	-28.3	-58.8	----	----
8	S	3.43	26.7	0.0	-44.5	-28.3	-58.8	1928	70.7
9	S	5.18	26.7	0.0	14.8	-28.3	-58.8	----	----
10	S	4.80	64.3	0.0	17.7	-58.8	-28.3	----	----
11	S	5.29	25.5	0.0	13.4	-28.3	-58.8	----	----
12	S	4.80	64.3	0.0	17.7	-58.8	-28.3	----	----

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

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

Ver. Esito della verifica  
 e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  
 e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
 k2 =  $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$  [eq.(7.13)EC2]  
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
 Tra parentesi: valore minimo =  $0.6 \cdot S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
 wk Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$  [(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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00015	0	0.833	30.0	82	0.00008 (0.00008)	523	0.039 (990.00)	1132.93	1399.13
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	-0.00026	0	0.833	30.0	82	0.00013 (0.00013)	511	0.068 (990.00)	1516.81	578.69
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	4.95	58.7	0.0	29.7	-51.1	-40.7	---	---
2	S	2.43	58.3	0.0	-25.1	-51.1	-40.7	1625	56.5
3	S	4.95	58.7	0.0	29.7	-51.1	-40.7	---	---
4	S	4.95	58.7	0.0	29.7	-51.1	-40.7	---	---
5	S	4.95	58.7	0.0	29.7	-51.1	-40.7	---	---
6	S	4.95	58.7	0.0	29.7	-51.1	-40.7	---	---

**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	-0.00015	0	0.833	30.0	82	0.00008 (0.00008)	523	0.039 (0.20)	1132.93	1399.13
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.25	75.0	0.0	26.0	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.84	75.0	0.0	20.0	-65.3	0.0	---	---
3	S	2.25	75.0	0.0	26.0	-65.3	0.0	---	---
4	S	2.25	75.0	0.0	26.0	-65.3	0.0	---	---
5	S	2.25	75.0	0.0	26.0	-65.3	0.0	---	---
6	S	2.25	75.0	0.0	26.0	-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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505007</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	59812	2556	1852	65980	52631	
E_103x_SLV_q=1_66	38442	<b>7573</b>	2258	145246	40428	
E_103y_SLV_q=1_67	38442	3325	<b>5557</b>	47844	125050	
E_103x_SLV_q=1_66	38442	7573	2258	145246	40428	
E_103y_SLV_q=1_67	38442	3325	5557	47844	125050	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T <sub>x</sub>	7573	3325
sollecitazione massima direzione y	T <sub>y</sub>	2258	5557
vettore complessivo, singolo palo	T	878	720

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	m
area armature trasversale	A <sub>sw</sub>	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + 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	110.4	cm
larghezza biella	bw	126.1	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	4436	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	1221	kN
taglio resisistente	V <sub>r</sub>	1221	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	878	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.72	

## 11 INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	150 kg/mc
Plinto di fondazione	240 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 265 kg/mc