

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)**

**VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 575m**

*Relazione di calcolo Pile - P3*

SCALA:


-

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

**RS3T    30    D    09    CL    VI1005    004    B**


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

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


 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
1.1 Descrizione dell'opera.....	3
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
3. MATERIALI .....	7
3.1 Verifiche SLE.....	8
3.1.1 <i>Verifiche tensionali</i> .....	8
3.1.2 <i>Verifiche a fessurazione</i> .....	9
4. DATI DI BASE .....	10
4.1 Geometrie di base.....	10
4.2 Modelli di analisi e verifica .....	12
4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	16
5. ANALISI DEI CARICHI .....	17
5.1 Peso proprio elementi strutturali.....	17
5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	18
5.3 Carichi da traffico verticali .....	18
5.4 Effetti dinamici .....	20
5.5 Disposizione treni di carico.....	20
5.6 Carichi da traffico orizzontali .....	24
5.6.1 <i>Forza centrifuga</i> .....	24
5.6.2 <i>Serpeggio</i> .....	26
5.6.3 <i>Frenatura ed avviamento</i> .....	27
5.6.4 <i>Forza d'attrito</i> .....	28
5.6.5 <i>Azione del Vento</i> .....	28
5.7 Azione Sismica .....	31
5.7.1 <i>Inquadramento Sismico</i> .....	32
5.7.2 <i>Definizione della domanda sismica</i> .....	33
5.7.3 <i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	38
5.7.4 <i>Check analisi statica</i> .....	39
5.7.5 <i>Analisi statica equivalente</i> .....	40
5.7.6 <i>Analisi dinamica modale</i> .....	41
5.8 Azione Idrostatica.....	42
6. SOLLECITAZIONI .....	45
6.1 Combinazioni di carico .....	45
6.1.1 <i>Configurazione 1</i> .....	45

 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

6.1.2	Configurazione 2 .....	51
6.1.3	Configurazione 3 .....	57
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	63
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	63
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	69
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	72
8.	FUSTO PILA .....	72
8.1	Modellazione .....	74
8.2	Verifica a presso flessione .....	74
8.3	Verifica a taglio .....	83
8.4	Verifica minimi di armatura .....	84
8.5	Verifica spostamenti.....	86
9.	PULVINO.....	87
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	88
9.2	Verifica dei nodi.....	89
10.	PLINTO DI FONDAZIONE .....	89
10.1	Dimensionamento armature .....	92
10.2	Verifica a presso-flessione.....	94
10.2.1	Direzione trasversale.....	94
10.2.2	Direzione longitudinale.....	99
10.3	Verifica a punzonamento .....	104
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	105
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	105
11.2	Verifica strutturale .....	105
11.1	Verifica a taglio .....	113
12.	INCIDENZE .....	114

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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 VI10 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 3 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 12.30m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI10 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 575m, ed è costituito da 19 campate isostatiche di luce 25m, 40 e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi metalliche, le campate di luce superiore sono realizzate con impalcato misto a due travi.

Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 3.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 3.30m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

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

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

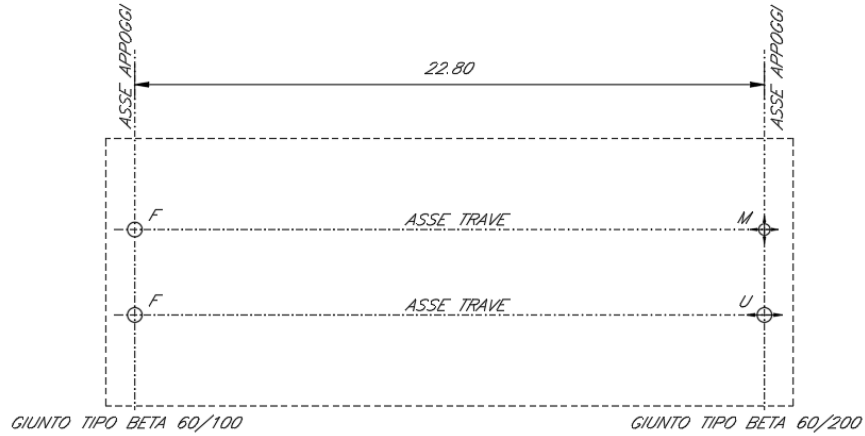
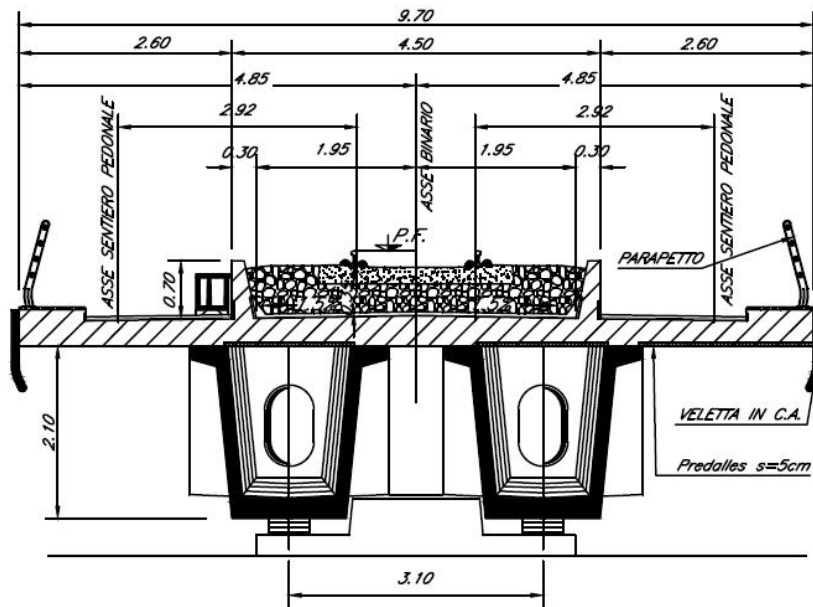


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



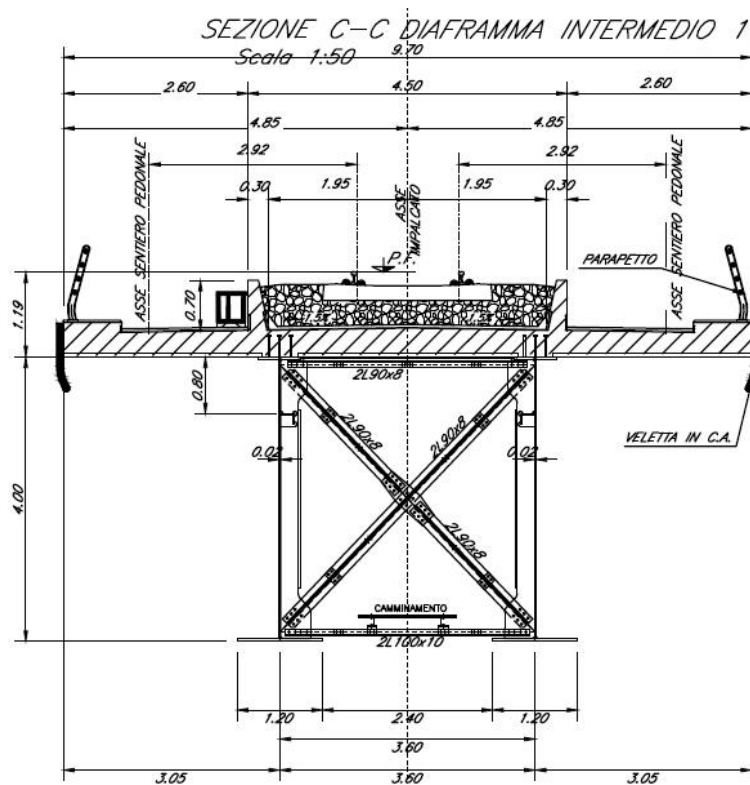
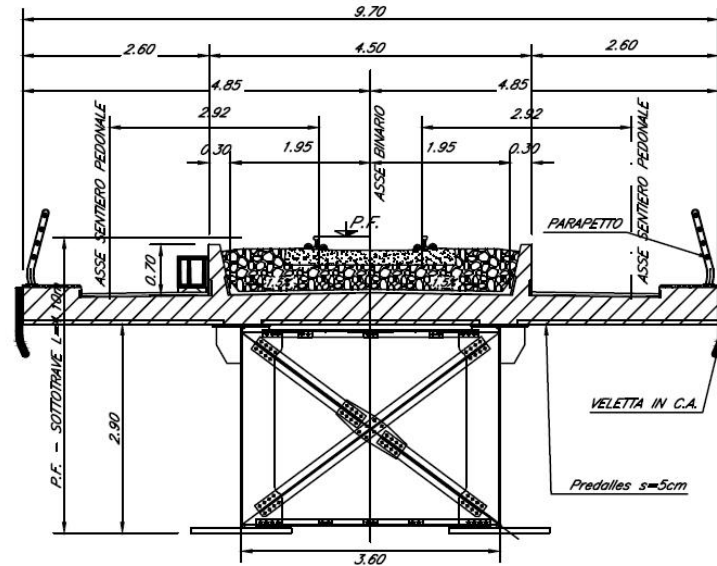


Figura 2: sezione trasversale impalcato

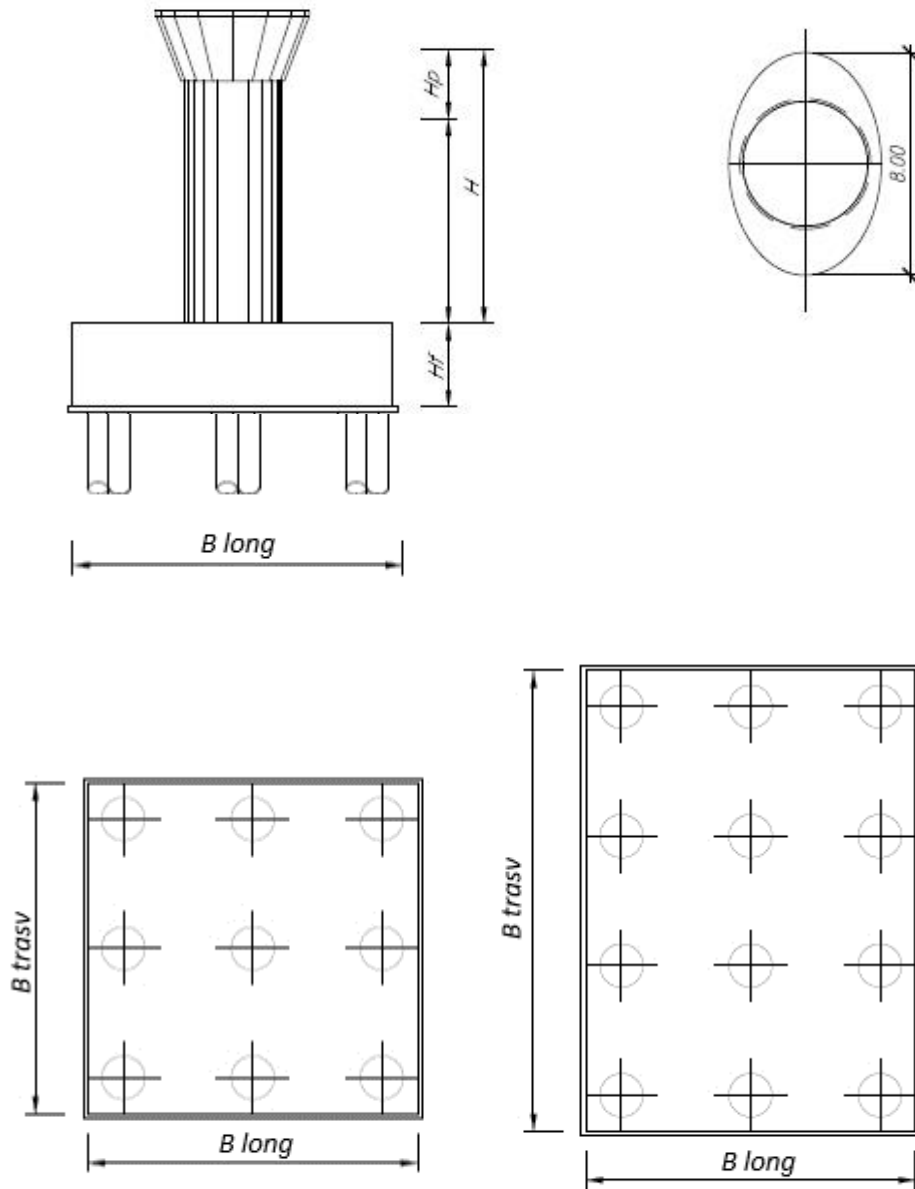



Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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 provvisori, calcestruzzo fondazioni

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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



 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

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

### 3.1 Verifiche SLE


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

#### 3.1.1 Verifiche tensionali

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

#### tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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:

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

### 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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

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

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

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

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


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

## 4. DATI DI BASE

### 4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 3.5m, una altezza complessiva di 12.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	12.3	m
tipologia di sezione					<b>circolare</b>	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	1.75	m
area della sezione				A	9.621	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	7.366	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	7.366	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	2477	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	2295	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
asse minore ellisse				a	9.6	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	82.5	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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

#### 4.2 Modelli di analisi e verifica

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

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

#### 4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
A1_SLU_gr1_Treno	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2_Scarico	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4_centrif	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr1+vento	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2+vento	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3+vento	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4+vento	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr1	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr2	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr3	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr4	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr1	1.35	1.5	1.16	0	0.58	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr2	1.35	1.5	0	1.16	0	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr3	1.35	1.5	1.16	0	1.16	0.58	0.58	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr4	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
SLE_rar_gr1_Treno	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr2_Scarico	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr3_Fre/avv	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr4_centrif	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr1+vento	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr2+vento	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr3+vento	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr4+vento	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_Treno	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_Scarico	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_Fre/avv	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_centrif	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr1+vento	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2+vento	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3+vento	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr4+vento	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1



Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr4_centrif_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	1

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

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

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

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


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

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

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

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



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

## 5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato

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

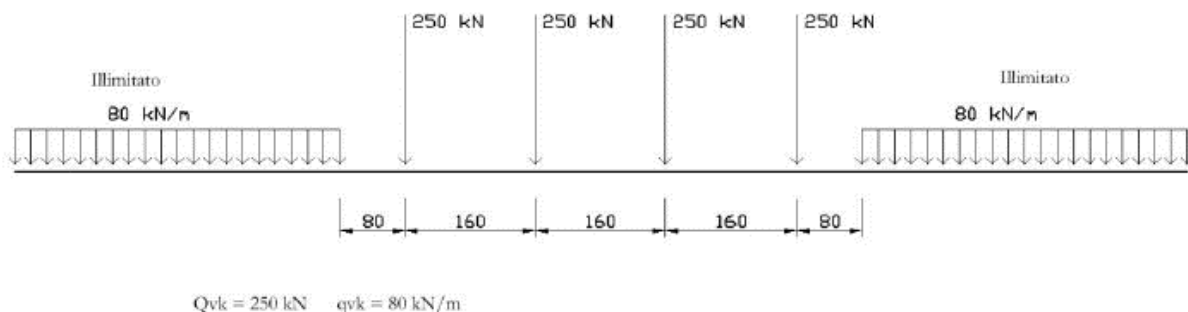
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4978	0
scarichi estradosso Pila - G2	4674	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	9647	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	4674	0
scarichi sui Pali - G1	18912	0
scarichi sui Pali - G2	4674	0

## 5.3 Carichi da traffico verticali

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


### ➤ *Modello di carico LM71*

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



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

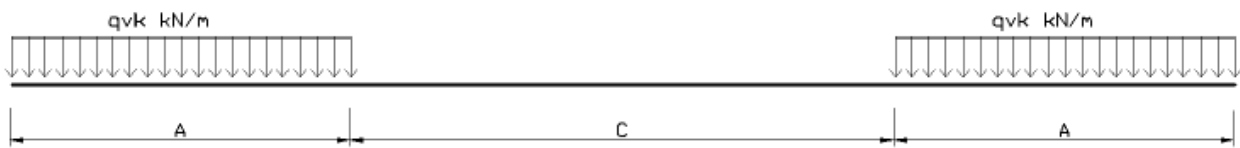
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

Per questo modello di carico è prevista un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario.

➤ *Modello di carico SW/2*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.



**SW/0**

Carico distribuito	Qvk	133	KN/m
Lunghezza	A	15	m
Lunghezza	C	5.3	m


**SW/2**

Carico distribuito	Qvk	150	KN/m
Lunghezza	A	25	m
Lunghezza	C	7	m

In questo modello di carico non è prevista alcuna eccentricità del carico ferroviario. Le azioni di entrambi i modelli dovranno essere moltiplicate per un coefficiente di adattamento definito dalla

seguente tabella (tab. 2.5.1.4.1.1 - RFI DTC SI PS MA IFS 001 ).

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE “α”
LM/71	1.10
SW/0	1.10
SW/2	1.00

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.4 Effetti dinamici

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

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

#### 5.5 Disposizione treni di carico

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

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

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

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	4742	786	474
COMBO ML	2731	3278	273
COMBO MT	4742	786	474

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

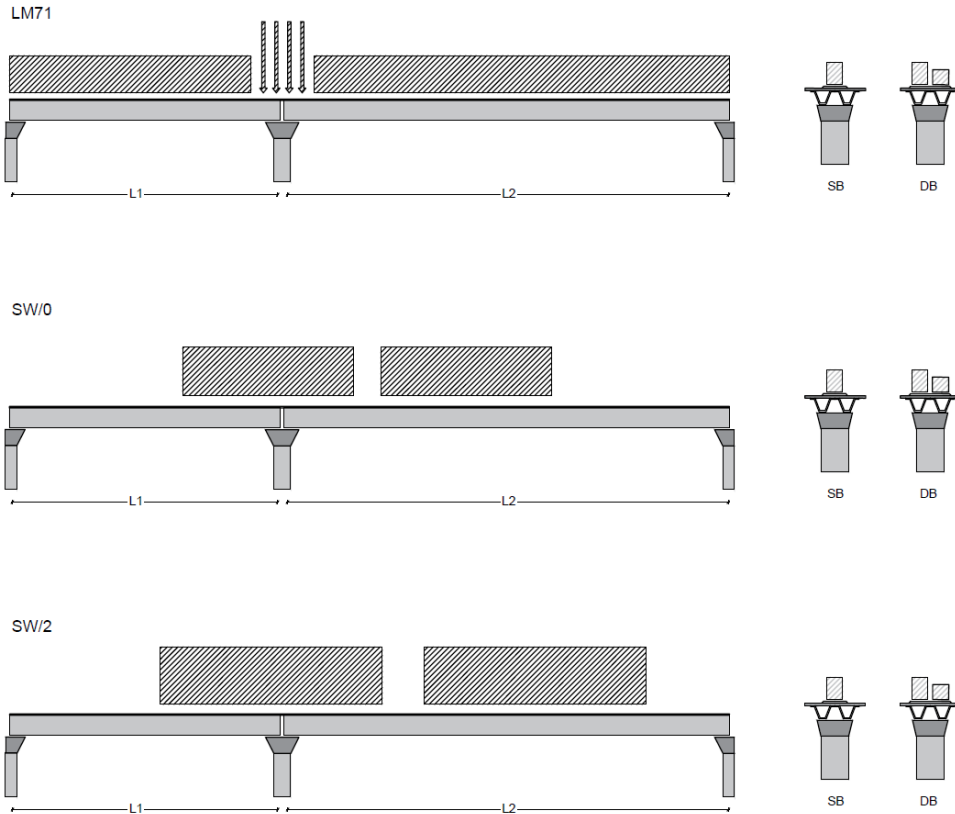


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

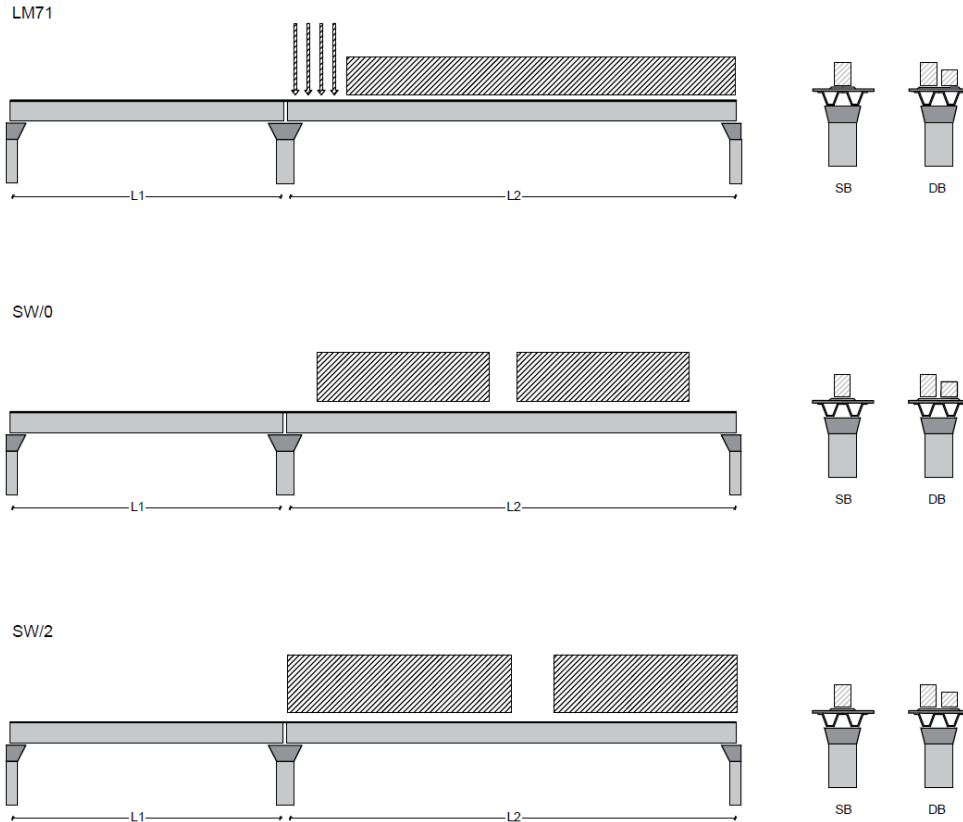


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

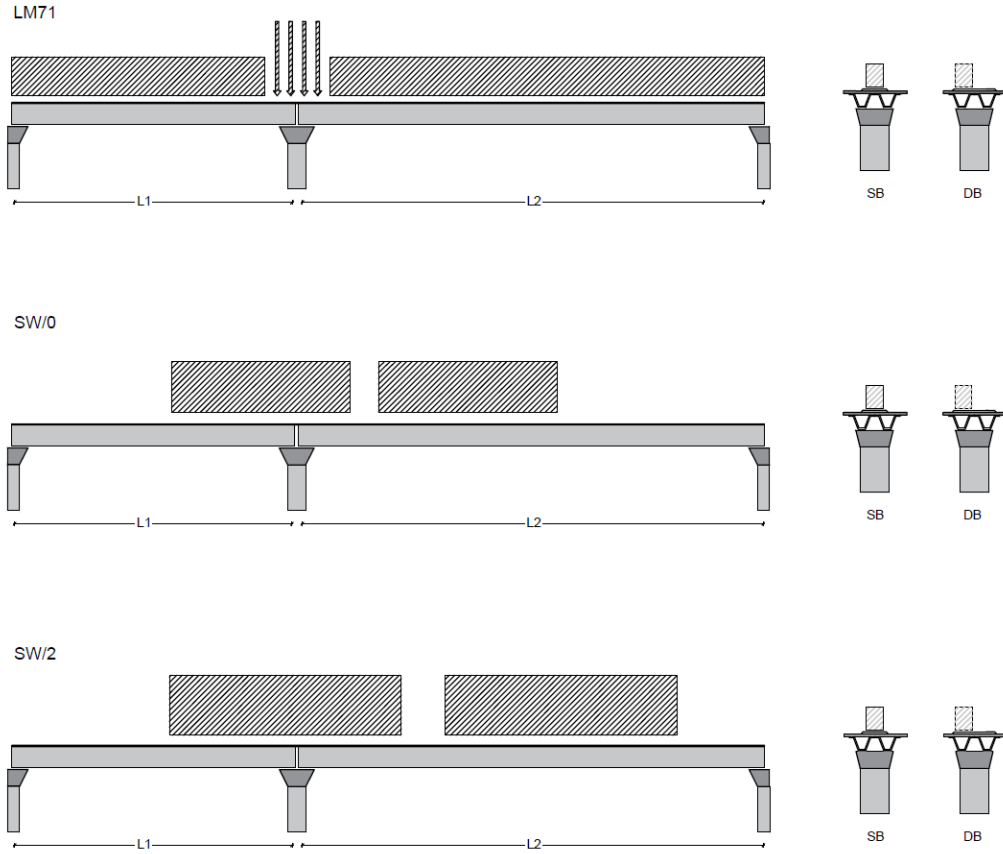



Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	1000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	38	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.801794	
<b>LM71 e SW/0</b>							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, $\alpha$ , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
<b>LM71 caso a</b>							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	300.3	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	96.1	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	<b>37.5</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>12.0</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	0.80	
coefficiente di adattamento					a	1.0	


	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	273.0	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	87.4	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	44.1	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	14.1	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	163.82	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	12.90	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	12.899385	0	12.8994	515.9754	2724.35


 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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 baggioli e apparecchi d'appoggio				0.45	m
altezza impalcato + soletta				2.15	m
armamento				0.88	m
incremento altezza rotaia + alta				0.1	m
valore caratteristico della Forza			Fsk	<b>100</b>	kN
valore caratteristico Momento Tra			Msk	<b>358</b>	kN/m

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.3 Frenatura ed avviamento

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


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

#### FENATURA

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

#### AVVIAMENTO

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.6.4 Forza d'attrito

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

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		h	0.45	m
lunghezza del binario		L	40	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>4978</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>4674</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>5406</b>	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	<b>0.04</b>	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	<b>293.5</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>132.1</b>	kN/m

#### 5.6.5 Azione del Vento

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

velocità di base di riferimento slm	Vbo	<b>28</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>500</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>373</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>				
	ponete carico			
	altezza pila	z1	12.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	12.75	m
	altezza di riferimento	z	16.875	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.69	
	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	1443.56	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	3.25	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.25	m
		d/h	1.17576	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.07667	
	forza trasversale	fx	24.7	
	forza equivalente in testa pila	Fx	989.3	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	4525.9	kn/m


ponte scarico				
altezza di impatto treno o barriere	htot	8.13	m	
rapporto geometrico	d/h	1.19311		
coefficiente di forza trasversale	cfx	2.07189		
forza trasversale	fx	24.3		
forza equivalente in testa pila	Fx	972.6	kN	
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	4391.5	kn/m	
<b>VENTO SULLA PILA</b>				
direzione trasversale				
altezza di riferimento	z	12.3	m	
coefficiente di topografia	ct	1		
coefficiente di esposizione	ce	2.48534		
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3	
pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2	
pressione statica di picco	qpicco	1443.56	n/m2	
		1.44356	Kpa	
tipologia di sezione		circolare		
larghezza trasversale pila	b	0	m	
larghezza longitudinale pila	d	0	m	
raggio della sezione	R	1.75	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	9203830		
materiale pila		cls ruvido		
rugosità equivalente	k	1	mm	
rapporto	k/b	0.00057		

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90861	
	rapporto geometrico	l/b	3.51429	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.51429	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65191	
	forza trasversale	f tras	<b>0.9</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>10.5</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>7.4</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	1.75	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	0.90861	
	rapporto geometrico	l/b	3.51429	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.51429	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65191	
	forza longitudinale	f lon	0.85506	
	forza equivalente in testa pila	F lon	10.5173	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	7.38	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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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.

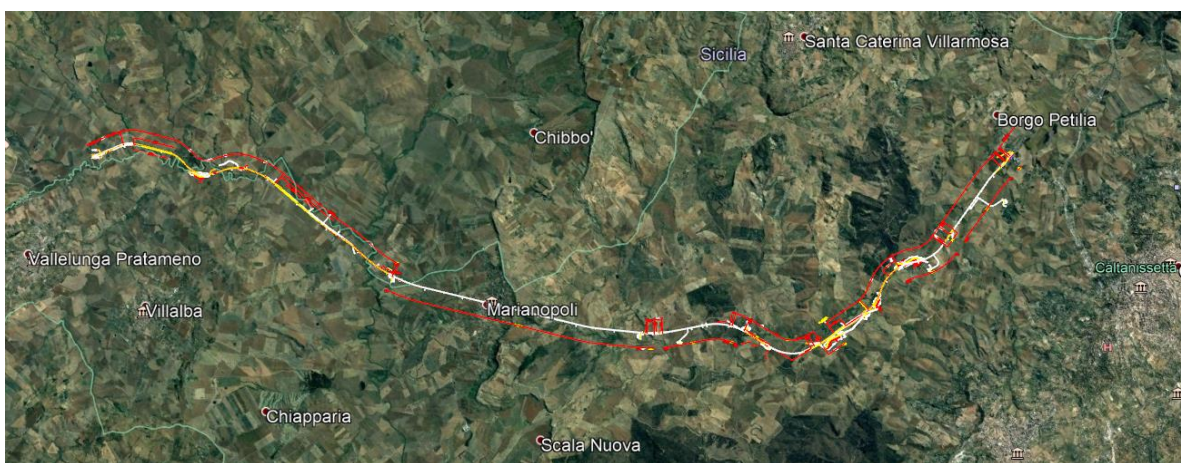


Figura 4 – Individuazione geografica della linea ferroviaria

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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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**

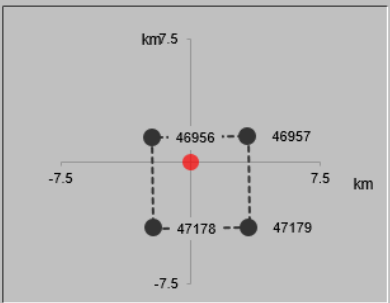
Grafici spettri di risposta

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:

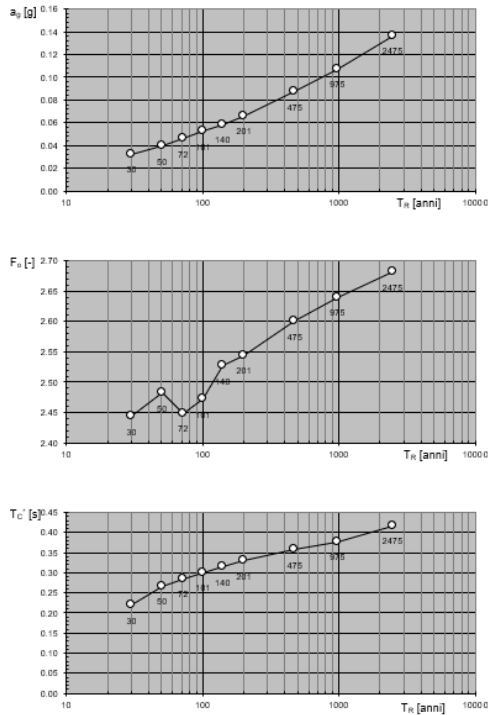


La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

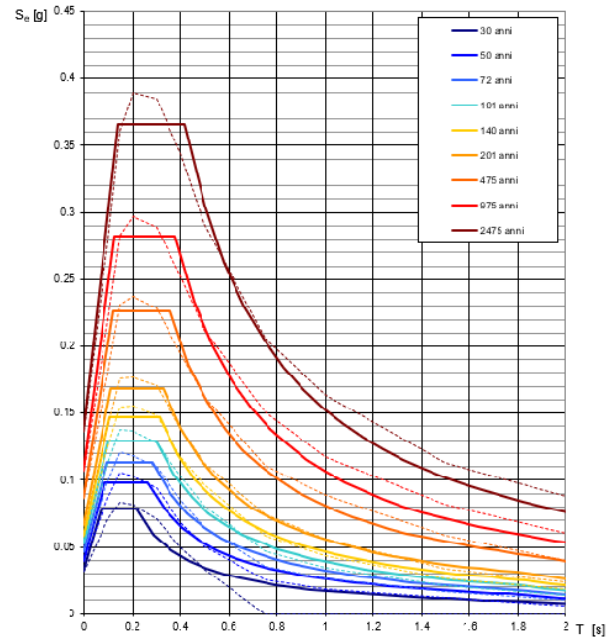
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento


Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

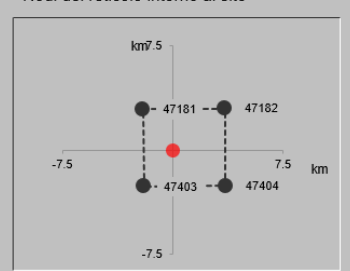
Interpolazione corretta

Interpolazione:



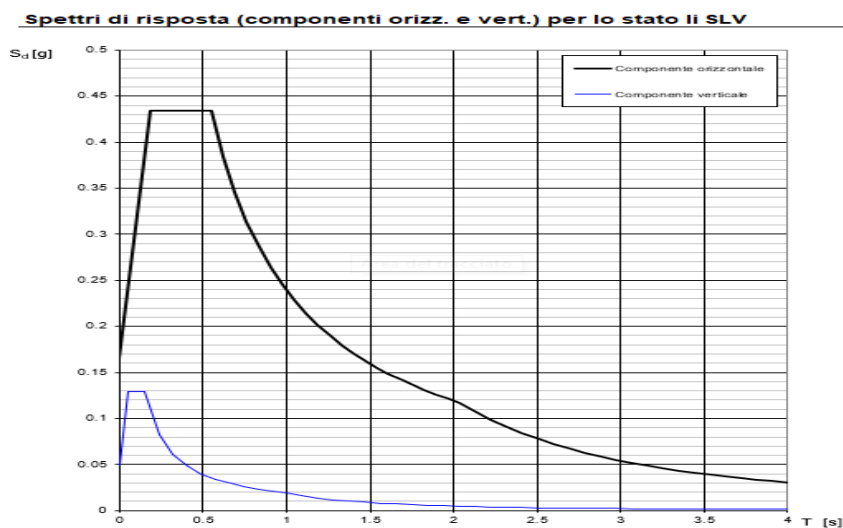
La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.105 g
$F_0$	2.635
$T_C$	0.399 s
$S_S$	1.500
$C_C$	1.422
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.189 s
$T_C$	0.567 s
$T_D$	2.021 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)

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

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

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

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


Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_c(T)$  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	0.158
$T_B \leftarrow$	0.189	0.416
$T_C \leftarrow$	0.567	0.416
	0.637	0.371
	0.706	0.335
	0.775	0.305
	0.844	0.280
	0.913	0.259
	0.983	0.240
	1.052	0.225
	1.121	0.211
	1.190	0.198
	1.260	0.188
	1.329	0.178
	1.398	0.169
	1.467	0.161
	1.537	0.154
	1.606	0.147
	1.675	0.141
	1.744	0.135
	1.814	0.130
	1.883	0.125
	1.952	0.121
$T_D \leftarrow$	2.021	0.117
	2.116	0.107
	2.210	0.098
	2.304	0.090
	2.398	0.083
	2.493	0.077
	2.587	0.071
	2.681	0.066
	2.775	0.062
	2.869	0.058
	2.964	0.054
	3.058	0.051
	3.152	0.048
	3.246	0.045
	3.340	0.043
	3.435	0.040
	3.529	0.038
	3.623	0.036
	3.717	0.035
	3.812	0.033
	3.906	0.031
	4.000	0.030

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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.7.4 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>					
massa treno per direzione long			Com Nmax	5463	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1093	kN
				0	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	10745	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	2149	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	2477	kN
massa efficace pila			Mpe	3018	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	13762	kN
verifica di requisito di norma		$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$		<b>NO per -868.9 KN</b>	
<b>Direzione Trasversale</b>					
massa treno per direzione long			Com Mmax	4742	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	948	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	10600	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	2477	kN
massa efficace pila			Mpe	3018	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv			Mtot tras	13618	kN
verifica di requisito di norma		$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$		<b>NO per -897.7 KN</b>	
<b>Direzione Verticale</b>					
massa treno per direzione long			Com Mmax	4742	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	948	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	10600	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	2477	kN
massa efficace pila			Mpe	3018	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	13618	kN
verifica di requisito di norma		$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$		<b>NO per -897.7 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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

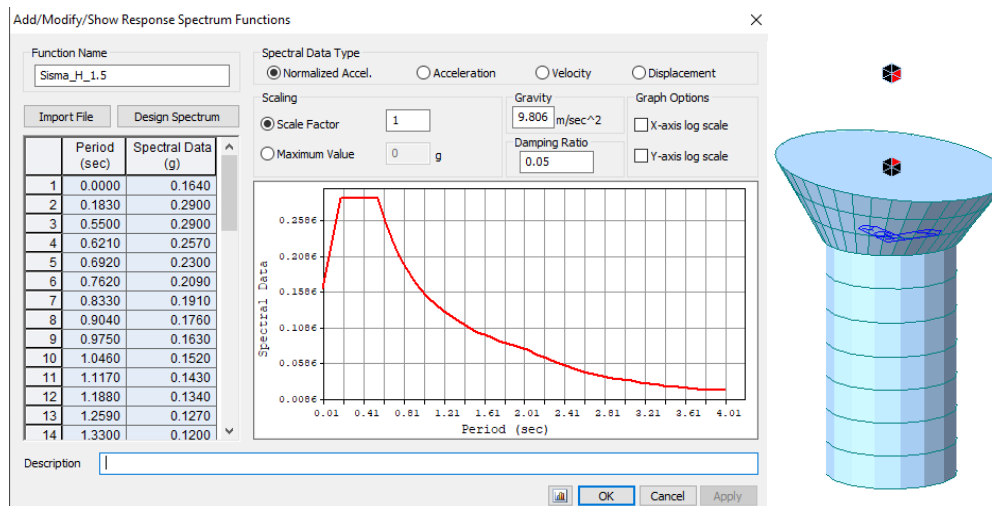
### 5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	9.62	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	7.37	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	7.37	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	12.30	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof		H <sub>e</sub>	12.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	1.1E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	2.0E+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>	0.71	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.53	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.05	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.22	0.22	0.33	0.14	g
accelerazione componente longitudinale	0.28	0.28	0.42	0.20	g
accelerazione componente verticale	0.12	0.12	0.12	0.04	g
Sforzo assiale	1680	1680	1680	560	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3081	3389	4622	1935	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	3873	4261	5810	2740	kN
Momento flessionale trasversale	47383	52122	71075	29757	kN m
Momento flessionale longitudinale	49481	54419	74173	35028	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	1759.66	3379.95	3800.29	47572.84	44313.9
SISMA q=1	1759.66	5074.39	5692.77	71448.97	66394.98
SISMA sld	449.84	1779.68	2241.15	25035.26	26137.46

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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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.

### 6.3.11 Escavazioni localizzate viadotto VI10

Pila	Tirante Idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma plinto	Base plinto [m]	Lunghezza plinto [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	2.30	0.62	24	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.63	plinto scoperto
P02	2.79	1.24	12	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.43	plinto scoperto
P03	2.75	1.67	12	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.63	plinto scoperto
P04	3.14	2.24	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.07	plinto scoperto
P05	3.28	2.07	24	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.12	plinto scoperto
P06	3.49	3.16	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.88	plinto scoperto
P07	2.63	3.32	4	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	9.68	plinto scoperto
P08	2.47	3.05	2	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.88	plinto scoperto
P09	2.43	2.65	7	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.51	plinto scoperto
P10	2.36	2.30	11	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.01	plinto scoperto
P11	2.39	2.04	15	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.72	plinto scoperto
P12	2.36	1.92	14	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.32	plinto scoperto
P13	2.59	1.81	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.38	plinto scoperto
P14	2.58	1.83	22	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.63	plinto scoperto
P15	2.26	1.74	32	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.64	plinto scoperto
P16	2.34	1.75	31	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.63	plinto scoperto
P17	2.01	1.49	41	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.91	plinto scoperto
P18	1.44	1.24	51	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.86	plinto scoperto

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:

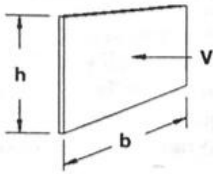
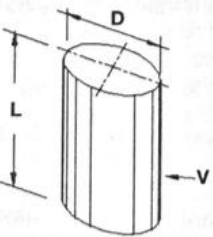
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente $C_n$
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	$10^5$	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 ∞	0.35 0.34

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>3.49</b>	m/sec
densità dell'acqua	$\rho_0$	<b>1</b>	kN sec <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
altezza di riinterro pila	$h_{ri}$	<b>1.5</b>	m
altezza della pila	$h_p$	<b>12.3</b>	m
altezza idrica Tr 300	$h_{300}$	<b>3.16</b>	m
scalzamento massimo Tr300	$d_l$	<b>10.88</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>1.75</b>	m
rapporto geometrico	L/D	<b>0.003143</b>	m
viscosità cinematica	$\mu_i$	<b>0.000894</b>	N s/m <sup>2</sup>
numero di Reynolds	Re	<b>13663311</b>	
coefficiente di forma	$C_d$	<b>0.35</b>	*


\* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche

pressione dell'acqua		p	<b>2.131518</b>	kN/m <sup>2</sup>	
forza risultante		Fidro	<b>367.329</b>	kN	
momento alla base pila		Mpila	<b>-622.313</b>	kN	

<b>tabella riassuntiva - Tr300</b>			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	4.66	3	6.38
D	1.75	9.6	1.2
L/D	2.663	3.2	5.31666667
Re	6.83E+06	3.75E+07	4.68E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	2.1315175	7.186259	2.1315175
B	1.75	9.6	6
F	17.38	268.35	81.59
M	40.50	-402.53	-260.29

Secondo quanto prescritto nel capitolo 5.1.2.3 delle NTC18, le azioni caratteristiche idrostatiche devono essere combinate differentemente 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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

## 6. SOLLECITAZIONI

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

### 6.1 Combinazioni di carico

#### 6.1.1 Configurazione 1

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA</b>						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	20607.5	837.375	1094.57	1517.02	4793.81	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	14282.3	0	866.866	0	4003.72	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	20607.5	1674.75	720.491	1893.84	2818.66	
A1_SLU_gr4_centrif_4	19232.3	1339.8	895.432	1515.07	3843.95	
A1_SLU_gr1+vento_5	20607.5	846.841	1979.42	1517.02	8746.15	
A1_SLU_gr2+vento_6	14282.3	9.46556	1751.71	0	7956.06	
A1_SLU_gr3+vento_7	20607.5	1684.22	1605.34	1893.84	6771	
A1_SLU_gr4+vento_8	19232.3	1349.27	1780.28	1515.07	7796.29	
A1_SLU_vento_gr1_9	19232.3	685.676	2310.79	1213.62	10404.5	
A1_SLU_vento_gr2_10	14172.1	15.7759	2165.06	0	9788.78	
A1_SLU_vento_gr3_11	19232.3	1355.58	2011.53	1515.07	8824.33	
A1_SLU_vento_gr4_12	19232.3	1355.58	2370.17	1515.07	10431.2	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14394.2	577.5	695.699	1046.22	3279.45	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	10032	0	591.006	0	2758.11	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14394.2	1155	437.711	1306.1	1917.27	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13445.8	924	569.741	1044.88	2629.49	
SLE_rar_gr1+vento_18	14394.2	583.81	1285.6	1046.22	5914.34	
SLE_rar_gr2+vento_19	10032	6.31037	1180.9	0	5393	
SLE_rar_gr3+vento_20	14394.2	1161.31	1027.61	1306.1	4552.16	
SLE_rar_gr4+vento_21	13445.8	930.31	1159.64	1044.88	5264.38	
SLE_rar_vento_gr1_22	13445.8	472.517	1521.51	836.977	7006.85	
SLE_rar_vento_gr2_23	9956	10.5173	1454.51	0	6597.32	
SLE_rar_vento_gr3_24	13445.8	934.517	1315.12	1044.88	5917.11	
SLE_rar_vento_gr4_25	13445.8	934.517	1552.9	1044.88	7020.98	

SLE_fre_gr1_Treno_27	13445.8	462	517.421	836.977	2605.95
SLE_fre_gr2_Scarico_28	9956	0	461.584	0	2201.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13445.8	924	311.031	1044.88	1516.21
SLE_fre_gr4_centrif_30	13445.8	924	543.581	1044.88	2617.72
SLE_fre_gr1+vento_31	13445.8	464.103	714.053	836.977	3484.24
SLE_fre_gr2+vento_32	9956	2.10346	658.217	0	3079.74
SLE_fre_gr3+vento_33	13445.8	926.103	507.663	1044.88	2394.5
SLE_fre_gr4+vento_34	13445.8	926.103	740.213	1044.88	3496.02
SLE_fre_vento_gr1_35	9652	5.25865	546.506	0	2220.46
SLE_fre_vento_gr2_36	9652	5.25865	546.506	0	2220.46
SLE_fre_vento_gr3_37	9652	5.25865	546.506	0	2220.46
SLE_fre_vento_gr4_38	9652	5.25865	546.506	0	2220.46
SLE_fre_gr1_temp39	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_fre_gr2_temp40	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_fre_gr3_temp41	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_fre_gr3_temp42	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_qp_gr1_Treno_44	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_45	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_47	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr2+vento_49	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr3+vento_50	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr4+vento_51	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr1_52	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr2_53	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr3_54	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr4_55	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr1_temp56	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp57	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp58	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp59	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_60	10179.9	3802.39	1265.54	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	10179.9	1142.19	3631.51	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	11411.7	1142.19	1265.54	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	10179.9	4182.42	1366.94	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	10179.9	1256.2	3969.5	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	11411.7	1256.2	1366.94	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	10179.9	5694.87	1773.87	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	10179.9	1709.93	5325.95	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	11411.7	1709.93	1773.87	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	9786.95	2243.25	785.461	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	9786.95	674.448	2031.24	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	10101.8	674.448	785.461	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	26911.3	837.375	1094.57	11816.7	18257.1
A1_SLU_gr2_Scarico_2	20586	0	866.866	0	14666.2
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	26911.3	1674.75	720.491	22493.3	11680.7
A1_SLU_gr4_centrif_4	25536	1339.8	895.432	17994.6	14857.8
A1_SLU_gr1+vento_5	26911.3	846.841	1979.42	11933.2	33093
A1_SLU_gr2+vento_6	20586	9.46556	1751.71	116.426	29502.1
A1_SLU_gr3+vento_7	26911.3	1684.22	1605.34	22609.7	26516.6
A1_SLU_gr4+vento_8	25536	1349.27	1780.28	18111	29693.7
A1_SLU_vento_gr1_9	25536	685.676	2310.79	9647.43	38827.2
A1_SLU_vento_gr2_10	20475.8	15.7759	2165.06	194.044	36419
A1_SLU_vento_gr3_11	25536	1355.58	2011.53	18188.7	33566.1
A1_SLU_vento_gr4_12	25536	1355.58	2370.17	18188.7	39584.3
SLE_rar_gr1_Treno_14	19063.7	577.5	695.699	8149.47	11836.5
SLE_rar_gr2_Scarico_15	14701.4	0	591.006	0	10027.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	19063.7	1155	437.711	15512.6	7301.12
SLE_rar_gr4_centrif_17	18115.2	924	569.741	12410.1	9637.31
SLE_rar_gr1+vento_18	19063.7	583.81	1285.6	8227.09	21727.2
SLE_rar_gr2+vento_19	14701.4	6.31037	1180.9	77.6176	19918.1
SLE_rar_gr3+vento_20	19063.7	1161.31	1027.61	15590.2	17191.7
SLE_rar_gr4+vento_21	18115.2	930.31	1159.64	12487.7	19527.9
SLE_rar_vento_gr1_22	18115.2	472.517	1521.51	6648.94	25721.4
SLE_rar_vento_gr2_23	14625.4	10.5173	1454.51	129.363	24487.7
SLE_rar_vento_gr3_24	18115.2	934.517	1315.12	12539.4	22093.1
SLE_rar_vento_gr4_25	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7
SLE_fre_gr1_Treno_27	18115.2	462	517.421	6519.58	8970.22
SLE_fre_gr2_Scarico_28	14625.4	0	461.584	0	7878.93
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	18115.2	924	311.031	12410.1	5341.88
SLE_fre_gr4_centrif_30	18115.2	924	543.581	12410.1	9303.76
SLE_fre_gr1+vento_31	18115.2	464.103	714.053	6545.45	12267.1
SLE_fre_gr2+vento_32	14625.4	2.10346	658.217	25.8725	11175.8
SLE_fre_gr3+vento_33	18115.2	926.103	507.663	12435.9	8638.76
SLE_fre_gr4+vento_34	18115.2	926.103	740.213	12435.9	12600.6
SLE_fre_vento_gr1_35	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48



SLE_fre_vento_gr2_36	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48
SLE_fre_vento_gr3_37	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48
SLE_fre_vento_gr4_38	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48
SLE_fre_gr1_temp39	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_fre_gr2_temp40	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_fre_gr3_temp41	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_fre_gr3_temp42	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_qp_gr1_Treno_44	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr2_Scarico_45	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr4_centrif_47	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr1+vento_48	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr2+vento_49	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr3+vento_50	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr4+vento_51	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr1_52	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr2_53	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr3_54	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr4_55	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr1_temp56	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr2_temp57	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr3_temp58	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr3_temp59	14321.4	0	54.9252	0	700.296
E_103x_SLV_q=1.5_60	14849.3	3802.39	1265.54	44313.9	15174.9
E_103y_SLV_q=1.5_61	14849.3	1142.19	3631.51	13294.2	48475.9
E_103z_SLV_q=1.5_62	16081.1	1142.19	1265.54	13294.2	15174.9
E_103x_SLV_q=1.36_63	14849.3	4182.42	1366.94	48745.3	16602.1
E_103y_SLV_q=1.36_64	14849.3	1256.2	3969.5	14623.6	53233.1
E_103z_SLV_q=1.36_65	16081.1	1256.2	1366.94	14623.6	16602.1
E_103x_SLV_q=1_66	14849.3	5694.87	1773.87	66395	22337.7
E_103y_SLV_q=1_67	14849.3	1709.93	5325.95	19918.5	72352
E_103z_SLV_q=1_68	16081.1	1709.93	1773.87	19918.5	22337.7
E_103x_SLD_q=1_69	14456.4	2243.25	785.461	26137.5	8413.59
E_103y_SLD_q=1_70	14456.4	674.448	2031.24	7841.24	25938.3
E_103z_SLD_q=1_71	14771.3	674.448	785.461	7841.24	8413.59

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	39418.1	837.375	1094.57	14328.9	21540.8
A1_SLU_gr2_Scarico_2	33092.9	0	866.866	0	17266.8
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	39418.1	1674.75	720.491	27517.5	13842.2
A1_SLU_gr4_centrif_4	38042.9	1339.8	895.432	22014	17544.1
A1_SLU_gr1+vento_5	39418.1	846.841	1979.42	14473.7	39031.2
A1_SLU_gr2+vento_6	33092.9	9.46556	1751.71	144.823	34757.2
A1_SLU_gr3+vento_7	39418.1	1684.22	1605.34	27662.3	31332.6
A1_SLU_gr4+vento_8	38042.9	1349.27	1780.28	22158.8	35034.5
A1_SLU_vento_gr1_9	38042.9	685.676	2310.79	11704.5	45759.6
A1_SLU_vento_gr2_10	32982.7	15.7759	2165.06	241.372	42914.2
A1_SLU_vento_gr3_11	38042.9	1355.58	2011.53	22255.4	39600.7
A1_SLU_vento_gr4_12	38042.9	1355.58	2370.17	22255.4	46694.8
SLE_rar_gr1_Treno_14	28328	577.5	695.699	9881.97	13923.6
SLE_rar_gr2_Scarico_15	23965.8	0	591.006	0	11800.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	28328	1155	437.711	18977.6	8614.25
SLE_rar_gr4_centrif_17	27379.6	924	569.741	15182.1	11346.5
SLE_rar_gr1+vento_18	28328	583.81	1285.6	9978.52	25583.9
SLE_rar_gr2+vento_19	23965.8	6.31037	1180.9	96.5487	23460.8
SLE_rar_gr3+vento_20	28328	1161.31	1027.61	19074.1	20274.6
SLE_rar_gr4+vento_21	27379.6	930.31	1159.64	15278.6	23006.8
SLE_rar_vento_gr1_22	27379.6	472.517	1521.51	8066.49	30285.9
SLE_rar_vento_gr2_23	23889.8	10.5173	1454.51	160.915	28851.3
SLE_rar_vento_gr3_24	27379.6	934.517	1315.12	15343	26038.4
SLE_rar_vento_gr4_25	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4
SLE_fre_gr1_Treno_27	27379.6	462	517.421	7905.58	10522.5
SLE_fre_gr2_Scarico_28	23889.8	0	461.584	0	9263.68
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	27379.6	924	311.031	15182.1	6274.98
SLE_fre_gr4_centrif_30	27379.6	924	543.581	15182.1	10934.5
SLE_fre_gr1+vento_31	27379.6	464.103	714.053	7937.76	14409.3
SLE_fre_gr2+vento_32	23889.8	2.10346	658.217	32.1829	13150.5
SLE_fre_gr3+vento_33	27379.6	926.103	507.663	15214.3	10161.7
SLE_fre_gr4+vento_34	27379.6	926.103	740.213	15214.3	14821.3
SLE_fre_vento_gr1_35	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582
SLE_fre_vento_gr2_36	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582

SLE_fre_vento_gr3_37	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582
SLE_fre_vento_gr4_38	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582
SLE_fre_gr1_temp39	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_fre_gr2_temp40	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_fre_gr3_temp41	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_fre_gr3_temp42	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_qp_gr1_Treno_44	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr2_Scarico_45	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr4_centrif_47	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr1+vento_48	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr2+vento_49	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr3+vento_50	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr4+vento_51	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr1_52	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr2_53	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr3_54	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr4_55	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr1_temp56	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr2_temp57	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr3_temp58	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr3_temp59	23585.8	0	54.9252	0	865.072
E_103x_SLV_q=1.5_60	24242	4894.73	1593.24	58998.1	19954.6
E_103y_SLV_q=1.5_61	24242	2234.53	3959.21	19997.8	60353.5
E_103z_SLV_q=1.5_62	25773.2	2234.53	1593.24	19997.8	19954.6
E_103x_SLV_q=1.36_63	24242	5274.76	1694.64	64569.6	21686
E_103y_SLV_q=1.36_64	24242	2348.54	4297.2	21669.2	66124.7
E_103z_SLV_q=1.36_65	25773.2	2348.54	1694.64	21669.2	21686
E_103x_SLV_q=1_66	24242	6787.21	2101.58	86756.6	28642.4
E_103y_SLV_q=1_67	24242	2802.27	5653.65	28325.3	89312.9
E_103z_SLV_q=1_68	25773.2	2802.27	2101.58	28325.3	28642.4
E_103x_SLD_q=1_69	23766.1	2788.99	949.182	34504.4	11261.1
E_103y_SLD_q=1_70	23766.1	1220.19	2194.96	11501.8	32523.1
E_103z_SLD_q=1_71	24186.7	1220.19	949.182	11501.8	11261.1

6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	17691.7	837.375	989.605	5129.32	4455
A1_SLU_gr2_Scarico_73	14282.3	0	866.866	0	4003.72
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	17691.7	1674.75	615.523	5506.14	2479.84
A1_SLU_gr4_centrif_75	16899.6	1339.8	811.457	4404.91	3572.9
A1_SLU_gr1+vento_76	17691.7	846.841	1874.45	5129.32	8407.33
A1_SLU_gr2+vento_77	14282.3	9.46556	1751.71	0	7956.06
A1_SLU_gr3+vento_78	17691.7	1684.22	1500.37	5506.14	6432.18
A1_SLU_gr4+vento_79	16899.6	1349.27	1696.3	4404.91	7525.23
A1_SLU_vento_gr1_80	16899.6	685.676	2243.61	4103.46	10141
A1_SLU_vento_gr2_81	14172.1	15.7759	2165.06	0	9788.78
A1_SLU_vento_gr3_82	16899.6	1355.58	1944.35	4404.91	8560.84
A1_SLU_vento_gr4_83	16899.6	1355.58	2286.2	4404.91	10160.1
SLE_rar_gr1_Treno_85	12383.3	577.5	647.437	3537.47	3056.64
SLE_rar_gr2_Scarico_86	10032	0	591.006	0	2758.11
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	12383.3	1155	389.45	3797.34	1694.47
SLE_rar_gr4_centrif_88	11837.1	924	531.132	3037.87	2451.24
SLE_rar_gr1+vento_89	12383.3	583.81	1237.33	3537.47	5691.53
SLE_rar_gr2+vento_90	10032	6.31037	1180.9	0	5393
SLE_rar_gr3+vento_91	12383.3	1161.31	979.346	3797.34	4329.36
SLE_rar_gr4+vento_92	11837.1	930.31	1121.03	3037.87	5086.14
SLE_rar_vento_gr1_93	11837.1	472.517	1490.62	2829.97	6832.08
SLE_rar_vento_gr2_94	9956	10.5173	1454.51	0	6597.32
SLE_rar_vento_gr3_95	11837.1	934.517	1284.23	3037.87	5742.34
SLE_rar_vento_gr4_96	11837.1	934.517	1514.29	3037.87	6842.73
SLE_fre_gr1_Treno_98	11837.1	462	491.681	2829.97	2433.49
SLE_fre_gr2_Scarico_99	9956	0	461.584	0	2201.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	11837.1	924	285.291	3037.87	1343.75
SLE_fre_gr4_centrif_101	11837.1	924	511.407	3037.87	2442.37
SLE_fre_gr1+vento_102	11837.1	464.103	688.314	2829.97	3311.79
SLE_fre_gr2+vento_103	9956	2.10346	658.217	0	3079.74
SLE_fre_gr3+vento_104	11837.1	926.103	481.923	3037.87	2222.05
SLE_fre_gr4+vento_105	11837.1	926.103	708.039	3037.87	3320.66

SLE_fre_vento_gr1_106	9652	5.25865	546.506	0	2220.46
SLE_fre_vento_gr2_107	9652	5.25865	546.506	0	2220.46
SLE_fre_vento_gr3_108	9652	5.25865	546.506	0	2220.46
SLE_fre_vento_gr4_109	9652	5.25865	546.506	0	2220.46
SLE_fre_gr1_temp110	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_fre_gr2_temp111	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_fre_gr3_temp112	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_fre_gr3_temp113	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_qp_gr1_Treno_115	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_116	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_118	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_119	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr2+vento_120	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr3+vento_121	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr4+vento_122	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr1_123	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr2_124	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr3_125	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr4_126	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr1_temp127	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp128	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp129	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp130	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_131	10179.9	3802.39	1265.54	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	10179.9	1142.19	3631.51	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	11411.7	1142.19	1265.54	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	10179.9	4182.42	1366.94	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	10179.9	1256.2	3969.5	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	11411.7	1256.2	1366.94	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	10179.9	5694.87	1773.87	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	10179.9	1709.93	5325.95	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	11411.7	1709.93	1773.87	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	9819.97	2741.92	832.059	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	9819.97	824.048	2186.56	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	10211.9	824.048	832.059	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	23995.5	837.375	989.605	15429	16627.1
A1_SLU_gr2_Scarico_73	20586	0	866.866	0	14666.2
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	23995.5	1674.75	615.523	26105.6	10050.8
A1_SLU_gr4_centrif_75	23203.4	1339.8	811.457	20884.5	13553.8
A1_SLU_gr1+vento_76	23995.5	846.841	1874.45	15545.5	31463.1
A1_SLU_gr2+vento_77	20586	9.46556	1751.71	116.426	29502.1
A1_SLU_gr3+vento_78	23995.5	1684.22	1500.37	26222	24886.7
A1_SLU_gr4+vento_79	23203.4	1349.27	1696.3	21000.9	28389.7
A1_SLU_vento_gr1_80	23203.4	685.676	2243.61	12537.3	37737.4
A1_SLU_vento_gr2_81	20475.8	15.7759	2165.06	194.044	36419
A1_SLU_vento_gr3_82	23203.4	1355.58	1944.35	21078.5	32476.3
A1_SLU_vento_gr4_83	23203.4	1355.58	2286.2	21078.5	38280.4
SLE_rar_gr1_Treno_85	17052.8	577.5	647.437	10640.7	11020.1
SLE_rar_gr2_Scarico_86	14701.4	0	591.006	0	10027.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	17052.8	1155	389.45	18003.8	6484.7
SLE_rar_gr4_centrif_88	16506.5	924	531.132	14403.1	8984.17
SLE_rar_gr1+vento_89	17052.8	583.81	1237.33	10718.3	20910.7
SLE_rar_gr2+vento_90	14701.4	6.31037	1180.9	77.6176	19918.1
SLE_rar_gr3+vento_91	17052.8	1161.31	979.346	18081.5	16375.3
SLE_rar_gr4+vento_92	16506.5	930.31	1121.03	14480.7	18874.8
SLE_rar_vento_gr1_93	16506.5	472.517	1490.62	8641.94	25166.7
SLE_rar_vento_gr2_94	14625.4	10.5173	1454.51	129.363	24487.7
SLE_rar_vento_gr3_95	16506.5	934.517	1284.23	14532.4	21538.4
SLE_rar_vento_gr4_96	16506.5	934.517	1514.29	14532.4	25468.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	16506.5	462	491.681	8512.57	8481.17
SLE_fre_gr2_Scarico_99	14625.4	0	461.584	0	7878.93
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	16506.5	924	285.291	14403.1	4852.83
SLE_fre_gr4_centrif_101	16506.5	924	511.407	14403.1	8732.67
SLE_fre_gr1+vento_102	16506.5	464.103	688.314	8538.44	11778
SLE_fre_gr2+vento_103	14625.4	2.10346	658.217	25.8725	11175.8
SLE_fre_gr3+vento_104	16506.5	926.103	481.923	14428.9	8149.71
SLE_fre_gr4+vento_105	16506.5	926.103	708.039	14428.9	12029.5
SLE_fre_vento_gr1_106	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48

SLE_fre_vento_gr2_107	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48
SLE_fre_vento_gr3_108	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48
SLE_fre_vento_gr4_109	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48
SLE_fre_gr1_temp110	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_fre_gr2_temp111	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_fre_gr3_temp112	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_fre_gr3_temp113	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_qp_gr1_Treno_115	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr2_Scarico_116	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr4_centrif_118	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr1+vento_119	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr2+vento_120	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr3+vento_121	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr4+vento_122	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr1_123	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr2_124	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr3_125	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr4_126	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr1_temp127	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr2_temp128	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr3_temp129	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr3_temp130	14321.4	0	54.9252	0	700.296
E_103x_SLV_q=1.5_131	14849.3	3802.39	1265.54	44313.9	15174.9
E_103y_SLV_q=1.5_132	14849.3	1142.19	3631.51	13294.2	48475.9
E_103z_SLV_q=1.5_133	16081.1	1142.19	1265.54	13294.2	15174.9
E_103x_SLV_q=1.36_134	14849.3	4182.42	1366.94	48745.3	16602.1
E_103y_SLV_q=1.36_135	14849.3	1256.2	3969.5	14623.6	53233.1
E_103z_SLV_q=1.36_136	16081.1	1256.2	1366.94	14623.6	16602.1
E_103x_SLV_q=1_137	14849.3	5694.87	1773.87	66395	22337.7
E_103y_SLV_q=1_138	14849.3	1709.93	5325.95	19918.5	72352
E_103z_SLV_q=1_139	16081.1	1709.93	1773.87	19918.5	22337.7
E_103x_SLD_q=1_140	14489.4	2741.92	832.059	35027.5	9830.21
E_103y_SLD_q=1_141	14489.4	824.048	2186.56	10508.3	30660.3
E_103z_SLD_q=1_142	14881.3	824.048	832.059	10508.3	9830.21

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	36502.3	837.375	989.605	17941.2	19596
A1_SLU_gr2_Scarico_73	33092.9	0	866.866	0	17266.8
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	36502.3	1674.75	615.523	31129.8	11897.3
A1_SLU_gr4_centrif_75	35710.3	1339.8	811.457	24903.9	15988.2
A1_SLU_gr1+vento_76	36502.3	846.841	1874.45	18086	37086.4
A1_SLU_gr2+vento_77	33092.9	9.46556	1751.71	144.823	34757.2
A1_SLU_gr3+vento_78	36502.3	1684.22	1500.37	31274.6	29387.8
A1_SLU_gr4+vento_79	35710.3	1349.27	1696.3	25048.7	33478.6
A1_SLU_vento_gr1_80	35710.3	685.676	2243.61	14594.3	44468.2
A1_SLU_vento_gr2_81	32982.7	15.7759	2165.06	241.372	42914.2
A1_SLU_vento_gr3_82	35710.3	1355.58	1944.35	25145.2	38309.3
A1_SLU_vento_gr4_83	35710.3	1355.58	2286.2	25145.2	45139
SLE_rar_gr1_Treno_85	26317.1	577.5	647.437	12373.2	12962.4
SLE_rar_gr2_Scarico_86	23965.8	0	591.006	0	11800.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	26317.1	1155	389.45	21468.8	7653.05
SLE_rar_gr4_centrif_88	25770.9	924	531.132	17175.1	10577.6
SLE_rar_gr1+vento_89	26317.1	583.81	1237.33	12469.8	24622.7
SLE_rar_gr2+vento_90	23965.8	6.31037	1180.9	96.5487	23460.8
SLE_rar_gr3+vento_91	26317.1	1161.31	979.346	21565.4	19313.4
SLE_rar_gr4+vento_92	25770.9	930.31	1121.03	17271.6	22237.9
SLE_rar_vento_gr1_93	25770.9	472.517	1490.62	10059.5	29638.6
SLE_rar_vento_gr2_94	23889.8	10.5173	1454.51	160.915	28851.3
SLE_rar_vento_gr3_95	25770.9	934.517	1284.23	17336	25391.1
SLE_rar_vento_gr4_96	25770.9	934.517	1514.29	17336	30011.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	25770.9	462	491.681	9898.57	9956.22
SLE_fre_gr2_Scarico_99	23889.8	0	461.584	0	9263.68
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	25770.9	924	285.291	17175.1	5708.71
SLE_fre_gr4_centrif_101	25770.9	924	511.407	17175.1	10266.9
SLE_fre_gr1+vento_102	25770.9	464.103	688.314	9930.76	13843
SLE_fre_gr2+vento_103	23889.8	2.10346	658.217	32.1829	13150.5
SLE_fre_gr3+vento_104	25770.9	926.103	481.923	17207.3	9595.48
SLE_fre_gr4+vento_105	25770.9	926.103	708.039	17207.3	14153.7
SLE_fre_vento_gr1_106	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582



SLE_fre_vento_gr2_107	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582
SLE_fre_vento_gr3_108	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582
SLE_fre_vento_gr4_109	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582
SLE_fre_gr1_temp110	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_fre_gr2_temp111	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_fre_gr3_temp112	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_fre_gr3_temp113	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_qp_gr1_Treno_115	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr2_Scarico_116	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr4_centrif_118	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr1+vento_119	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr2+vento_120	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr3+vento_121	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr4+vento_122	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr1_123	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr2_124	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr3_125	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr4_126	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr1_temp127	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr2_temp128	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr3_temp129	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr3_temp130	23585.8	0	54.9252	0	865.072
E_103x_SLV_q=1.5_131	24242	4894.73	1593.24	58998.1	19954.6
E_103y_SLV_q=1.5_132	24242	2234.53	3959.21	19997.8	60353.5
E_103z_SLV_q=1.5_133	25773.2	2234.53	1593.24	19997.8	19954.6
E_103x_SLV_q=1.36_134	24242	5274.76	1694.64	64569.6	21686
E_103y_SLV_q=1.36_135	24242	2348.54	4297.2	21669.2	66124.7
E_103z_SLV_q=1.36_136	25773.2	2348.54	1694.64	21669.2	21686
E_103x_SLV_q=1_137	24242	6787.21	2101.58	86756.6	28642.4
E_103y_SLV_q=1_138	24242	2802.27	5653.65	28325.3	89312.9
E_103z_SLV_q=1_139	25773.2	2802.27	2101.58	28325.3	28642.4
E_103x_SLD_q=1_140	23799.1	3287.66	995.78	44890.5	12817.5
E_103y_SLD_q=1_141	23799.1	1369.79	2350.28	14617.6	37711.2
E_103z_SLD_q=1_142	24296.7	1369.79	995.78	14617.6	12817.5

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	20607.5	837.375	1094.57	1517.02	4793.81
A1_SLU_gr2_Scarico_144	14282.3	0	866.866	0	4003.72
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	20607.5	1674.75	720.491	1893.84	2818.66
A1_SLU_gr4_centrif_146	19232.3	1339.8	895.432	1515.07	3843.95
A1_SLU_gr1+vento_147	20607.5	846.841	1979.42	1517.02	8746.15
A1_SLU_gr2+vento_148	14282.3	9.46556	1751.71	0	7956.06
A1_SLU_gr3+vento_149	20607.5	1684.22	1605.34	1893.84	6771
A1_SLU_gr4+vento_150	19232.3	1349.27	1780.28	1515.07	7796.29
A1_SLU_vento_gr1_151	19232.3	685.676	2310.79	1213.62	10404.5
A1_SLU_vento_gr2_152	14172.1	15.7759	2165.06	0	9788.78
A1_SLU_vento_gr3_153	19232.3	1355.58	2011.53	1515.07	8824.33
A1_SLU_vento_gr4_154	19232.3	1355.58	2370.17	1515.07	10431.2
SLE_rar_gr1_Treno_156	14394.2	577.5	695.699	1046.22	3279.45
SLE_rar_gr2_Scarico_157	10032	0	591.006	0	2758.11
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14394.2	1155	437.711	1306.1	1917.27
SLE_rar_gr4_centrif_159	13445.8	924	569.741	1044.88	2629.49
SLE_rar_gr1+vento_160	14394.2	583.81	1285.6	1046.22	5914.34
SLE_rar_gr2+vento_161	10032	6.31037	1180.9	0	5393
SLE_rar_gr3+vento_162	14394.2	1161.31	1027.61	1306.1	4552.16
SLE_rar_gr4+vento_163	13445.8	930.31	1159.64	1044.88	5264.38
SLE_rar_vento_gr1_164	13445.8	472.517	1521.51	836.977	7006.85
SLE_rar_vento_gr2_165	9956	10.5173	1454.51	0	6597.32
SLE_rar_vento_gr3_166	13445.8	934.517	1315.12	1044.88	5917.11
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	934.517	1552.9	1044.88	7020.98
SLE_fre_gr1_Treno_169	13445.8	462	517.421	836.977	2605.95
SLE_fre_gr2_Scarico_170	9956	0	461.584	0	2201.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13445.8	924	311.031	1044.88	1516.21
SLE_fre_gr4_centrif_172	13445.8	924	543.581	1044.88	2617.72
SLE_fre_gr1+vento_173	13445.8	464.103	714.053	836.977	3484.24
SLE_fre_gr2+vento_174	9956	2.10346	658.217	0	3079.74
SLE_fre_gr3+vento_175	13445.8	926.103	507.663	1044.88	2394.5
SLE_fre_gr4+vento_176	13445.8	926.103	740.213	1044.88	3496.02
SLE_fre_vento_gr1_177	9652	5.25865	546.506	0	2220.46

SLE_fre_vento_gr2_178	9652	5.25865	546.506	0	2220.46
SLE_fre_vento_gr3_179	9652	5.25865	546.506	0	2220.46
SLE_fre_vento_gr4_180	9652	5.25865	546.506	0	2220.46
SLE_fre_gr1_temp181	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_fre_gr2_temp182	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_fre_gr3_temp183	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_fre_gr3_temp184	9652	2.10346	262.542	0	907.957
SLE_qp_gr1_Treno_186	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_187	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_189	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr2+vento_191	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr3+vento_192	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr4+vento_193	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr1_194	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr2_195	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr3_196	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_vento_gr4_197	9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr1_temp198	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp199	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp200	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp201	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_202	10179.9	3802.39	1265.54	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	10179.9	1142.19	3631.51	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	11411.7	1142.19	1265.54	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	10179.9	4182.42	1366.94	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	10179.9	1256.2	3969.5	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	11411.7	1256.2	1366.94	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	10179.9	5694.87	1773.87	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	10179.9	1709.93	5325.95	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	11411.7	1709.93	1773.87	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	9819.97	2741.92	832.059	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	9819.97	824.048	2186.56	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	10211.9	824.048	832.059	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**


combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	26911.3	837.375	1094.57	11816.7	18257.1
A1_SLU_gr2_Scarico_144	20586	0	866.866	0	14666.2
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	26911.3	1674.75	720.491	22493.3	11680.7
A1_SLU_gr4_centrif_146	25536	1339.8	895.432	17994.6	14857.8
A1_SLU_gr1+vento_147	26911.3	846.841	1979.42	11933.2	33093
A1_SLU_gr2+vento_148	20586	9.46556	1751.71	116.426	29502.1
A1_SLU_gr3+vento_149	26911.3	1684.22	1605.34	22609.7	26516.6
A1_SLU_gr4+vento_150	25536	1349.27	1780.28	18111	29693.7
A1_SLU_vento_gr1_151	25536	685.676	2310.79	9647.43	38827.2
A1_SLU_vento_gr2_152	20475.8	15.7759	2165.06	194.044	36419
A1_SLU_vento_gr3_153	25536	1355.58	2011.53	18188.7	33566.1
A1_SLU_vento_gr4_154	25536	1355.58	2370.17	18188.7	39584.3
SLE_rar_gr1_Treno_156	19063.7	577.5	695.699	8149.47	11836.5
SLE_rar_gr2_Scarico_157	14701.4	0	591.006	0	10027.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	19063.7	1155	437.711	15512.6	7301.12
SLE_rar_gr4_centrif_159	18115.2	924	569.741	12410.1	9637.31
SLE_rar_gr1+vento_160	19063.7	583.81	1285.6	8227.09	21727.2
SLE_rar_gr2+vento_161	14701.4	6.31037	1180.9	77.6176	19918.1
SLE_rar_gr3+vento_162	19063.7	1161.31	1027.61	15590.2	17191.7
SLE_rar_gr4+vento_163	18115.2	930.31	1159.64	12487.7	19527.9
SLE_rar_vento_gr1_164	18115.2	472.517	1521.51	6648.94	25721.4
SLE_rar_vento_gr2_165	14625.4	10.5173	1454.51	129.363	24487.7
SLE_rar_vento_gr3_166	18115.2	934.517	1315.12	12539.4	22093.1
SLE_rar_vento_gr4_167	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7
SLE_fre_gr1_Treno_169	18115.2	462	517.421	6519.58	8970.22
SLE_fre_gr2_Scarico_170	14625.4	0	461.584	0	7878.93
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	18115.2	924	311.031	12410.1	5341.88
SLE_fre_gr4_centrif_172	18115.2	924	543.581	12410.1	9303.76
SLE_fre_gr1+vento_173	18115.2	464.103	714.053	6545.45	12267.1
SLE_fre_gr2+vento_174	14625.4	2.10346	658.217	25.8725	11175.8
SLE_fre_gr3+vento_175	18115.2	926.103	507.663	12435.9	8638.76
SLE_fre_gr4+vento_176	18115.2	926.103	740.213	12435.9	12600.6
SLE_fre_vento_gr1_177	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48

SLE_fre_vento_gr2_178	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48
SLE_fre_vento_gr3_179	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48
SLE_fre_vento_gr4_180	14321.4	5.25865	546.506	64.6813	8942.48
SLE_fre_gr1_temp181	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_fre_gr2_temp182	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_fre_gr3_temp183	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_fre_gr3_temp184	14321.4	2.10346	262.542	25.8725	4137.23
SLE_qp_gr1_Treno_186	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr2_Scarico_187	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr4_centrif_189	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr1+vento_190	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr2+vento_191	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr3+vento_192	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr4+vento_193	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr1_194	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr2_195	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr3_196	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_vento_gr4_197	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17
SLE_qp_gr1_temp198	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr2_temp199	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr3_temp200	14321.4	0	54.9252	0	700.296
SLE_qp_gr3_temp201	14321.4	0	54.9252	0	700.296
E_103x_SLV_q=1.5_202	14849.3	3802.39	1265.54	44313.9	15174.9
E_103y_SLV_q=1.5_203	14849.3	1142.19	3631.51	13294.2	48475.9
E_103z_SLV_q=1.5_204	16081.1	1142.19	1265.54	13294.2	15174.9
E_103x_SLV_q=1.36_205	14849.3	4182.42	1366.94	48745.3	16602.1
E_103y_SLV_q=1.36_206	14849.3	1256.2	3969.5	14623.6	53233.1
E_103z_SLV_q=1.36_207	16081.1	1256.2	1366.94	14623.6	16602.1
E_103x_SLV_q=1_208	14849.3	5694.87	1773.87	66395	22337.7
E_103y_SLV_q=1_209	14849.3	1709.93	5325.95	19918.5	72352
E_103z_SLV_q=1_210	16081.1	1709.93	1773.87	19918.5	22337.7
E_103x_SLD_q=1_211	14489.4	2741.92	832.059	35027.5	9830.21
E_103y_SLD_q=1_212	14489.4	824.048	2186.56	10508.3	30660.3
E_103z_SLD_q=1_213	14881.3	824.048	832.059	10508.3	9830.21

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	39418.1	837.375	1094.57	14328.9	21540.8
A1_SLU_gr2_Scarico_144	33092.9	0	866.866	0	17266.8
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	39418.1	1674.75	720.491	27517.5	13842.2
A1_SLU_gr4_centrif_146	38042.9	1339.8	895.432	22014	17544.1
A1_SLU_gr1+vento_147	39418.1	846.841	1979.42	14473.7	39031.2
A1_SLU_gr2+vento_148	33092.9	9.46556	1751.71	144.823	34757.2
A1_SLU_gr3+vento_149	39418.1	1684.22	1605.34	27662.3	31332.6
A1_SLU_gr4+vento_150	38042.9	1349.27	1780.28	22158.8	35034.5
A1_SLU_vento_gr1_151	38042.9	685.676	2310.79	11704.5	45759.6
A1_SLU_vento_gr2_152	32982.7	15.7759	2165.06	241.372	42914.2
A1_SLU_vento_gr3_153	38042.9	1355.58	2011.53	22255.4	39600.7
A1_SLU_vento_gr4_154	38042.9	1355.58	2370.17	22255.4	46694.8
SLE_rar_gr1_Treno_156	28328	577.5	695.699	9881.97	13923.6
SLE_rar_gr2_Scarico_157	23965.8	0	591.006	0	11800.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	28328	1155	437.711	18977.6	8614.25
SLE_rar_gr4_centrif_159	27379.6	924	569.741	15182.1	11346.5
SLE_rar_gr1+vento_160	28328	583.81	1285.6	9978.52	25583.9
SLE_rar_gr2+vento_161	23965.8	6.31037	1180.9	96.5487	23460.8
SLE_rar_gr3+vento_162	28328	1161.31	1027.61	19074.1	20274.6
SLE_rar_gr4+vento_163	27379.6	930.31	1159.64	15278.6	23006.8
SLE_rar_vento_gr1_164	27379.6	472.517	1521.51	8066.49	30285.9
SLE_rar_vento_gr2_165	23889.8	10.5173	1454.51	160.915	28851.3
SLE_rar_vento_gr3_166	27379.6	934.517	1315.12	15343	26038.4
SLE_rar_vento_gr4_167	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4
SLE_fre_gr1_Treno_169	27379.6	462	517.421	7905.58	10522.5
SLE_fre_gr2_Scarico_170	23889.8	0	461.584	0	9263.68
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	27379.6	924	311.031	15182.1	6274.98
SLE_fre_gr4_centrif_172	27379.6	924	543.581	15182.1	10934.5
SLE_fre_gr1+vento_173	27379.6	464.103	714.053	7937.76	14409.3
SLE_fre_gr2+vento_174	23889.8	2.10346	658.217	32.1829	13150.5
SLE_fre_gr3+vento_175	27379.6	926.103	507.663	15214.3	10161.7
SLE_fre_gr4+vento_176	27379.6	926.103	740.213	15214.3	14821.3
SLE_fre_vento_gr1_177	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582

SLE_fre_vento_gr2_178	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582
SLE_fre_vento_gr3_179	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582
SLE_fre_vento_gr4_180	23585.8	5.25865	546.506	80.4573	10582
SLE_fre_gr1_temp181	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_fre_gr2_temp182	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_fre_gr3_temp183	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_fre_gr3_temp184	23585.8	2.10346	262.542	32.1829	4924.86
SLE_qp_gr1_Treno_186	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr2_Scarico_187	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr4_centrif_189	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr1+vento_190	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr2+vento_191	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr3+vento_192	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr4+vento_193	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr1_194	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr2_195	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr3_196	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_vento_gr4_197	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84
SLE_qp_gr1_temp198	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr2_temp199	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr3_temp200	23585.8	0	54.9252	0	865.072
SLE_qp_gr3_temp201	23585.8	0	54.9252	0	865.072
E_103x_SLV_q=1.5_202	24242	4894.73	1593.24	58998.1	19954.6
E_103y_SLV_q=1.5_203	24242	2234.53	3959.21	19997.8	60353.5
E_103z_SLV_q=1.5_204	25773.2	2234.53	1593.24	19997.8	19954.6
E_103x_SLV_q=1.36_205	24242	5274.76	1694.64	64569.6	21686
E_103y_SLV_q=1.36_206	24242	2348.54	4297.2	21669.2	66124.7
E_103z_SLV_q=1.36_207	25773.2	2348.54	1694.64	21669.2	21686
E_103x_SLV_q=1_208	24242	6787.21	2101.58	86756.6	28642.4
E_103y_SLV_q=1_209	24242	2802.27	5653.65	28325.3	89312.9
E_103z_SLV_q=1_210	25773.2	2802.27	2101.58	28325.3	28642.4
E_103x_SLD_q=1_211	23799.1	3287.66	995.78	44890.5	12817.5
E_103y_SLD_q=1_212	23799.1	1369.79	2350.28	14617.6	37711.2
E_103z_SLD_q=1_213	24296.7	1369.79	995.78	14617.6	12817.5

 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

### 6.2.1 Stati limiti di esercizio

#### Configurazione1

TESTA PILA						
combo		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
SLE_rar_gr1_Treno_14		14394.2	577.5	695.699	1046.22	3279.45
SLE_rar_gr3+vento_20		14394.2	1161.31	1027.61	1306.1	4552.16
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	934.517	1552.9	1044.88	7020.98
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		14394.2	1155	437.711	1306.1	1917.27
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	934.517	1552.9	1044.88	7020.98
SLE_rar_gr4_centrif_17		13445.8	924	569.741	1044.88	2629.49
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	934.517	569.741	1044.88	7020.98
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	934.517	1552.9	1044.88	7020.98
SLE_rar_gr4_centrif_17		13445.8	924	569.741	1044.88	2629.49
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	934.517	1552.9	1044.88	7020.98
SLE_qp_gr1_Treno_44		9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	2.10346	251.557	0	903.013
SLE_qp_gr1_Treno_44		9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	2.10346	251.557	0	903.013
E_103x_SLD_q=1_69		9786.95	2243.25	785.461	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		9786.95	674.448	2031.24	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		10101.8	674.448	785.461	0	0



BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	19063.7	577.5	695.699	8149.47	11836.5	
SLE_rar_gr3+vento_20	19063.7	1161.31	1027.61	15590.2	17191.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	19063.7	1161.31	1027.61	15590.2	17191.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_rar_gr4_centrif_17	18115.2	924	569.741	12410.1	9637.31	
SLE_rar_vento_gr4_25	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_qp_gr1_Treno_44	14321.4	0	54.9252	0	700.296	
SLE_qp_gr1+vento_48	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17	
SLE_qp_gr1+vento_48	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17	
SLE_qp_gr1+vento_48	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17	
SLE_qp_gr1+vento_48	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17	
E_103x_SLD_q=1_69	14456.4	2243.25	785.461	26137.5	8413.59	
E_103y_SLD_q=1_70	14456.4	674.448	2031.24	7841.24	25938.3	
E_103z_SLD_q=1_71	14771.3	674.448	785.461	7841.24	8413.59	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	28328	577.5	695.699	9881.97	13923.6	
SLE_rar_gr3+vento_20	28328	1161.31	1027.61	19074.1	20274.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	28328	1161.31	1027.61	19074.1	20274.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_rar_gr4_centrif_17	27379.6	924	569.741	15182.1	11346.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_qp_gr1_Treno_44	23585.8	0	54.9252	0	865.072	
SLE_qp_gr1+vento_48	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84	
SLE_qp_gr1+vento_48	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84	
SLE_qp_gr1+vento_48	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84	
SLE_qp_gr1+vento_48	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84	
E_103x_SLD_q=1_69	23766.1	2788.99	949.182	34504.4	11261.1	
E_103y_SLD_q=1_70	23766.1	1220.19	2194.96	11501.8	32523.1	
E_103z_SLD_q=1_71	24186.7	1220.19	949.182	11501.8	11261.1	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		12383.3	577.5	647.437	3537.47	3056.64	
SLE_rar_gr3+vento_91		12383.3	1161.31	979.346	3797.34	4329.36	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	934.517	1514.29	3037.87	6842.73	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		12383.3	1155	389.45	3797.34	1694.47	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	934.517	1514.29	3037.87	6842.73	
SLE_rar_gr4_centrif_88		11837.1	924	531.132	3037.87	2451.24	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	934.517	1514.29	3037.87	6842.73	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	934.517	1514.29	3037.87	6842.73	
SLE_rar_gr4_centrif_88		11837.1	924	531.132	3037.87	2451.24	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	934.517	1514.29	3037.87	6842.73	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	2.10346	251.557	0	903.013	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	2.10346	251.557	0	903.013	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	2.10346	251.557	0	903.013	
E_103x_SLD_q=1_140		9819.97	2741.92	832.059	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		9819.97	824.048	2186.56	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		10211.9	824.048	832.059	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	17052.8	577.5	695.699	8149.47	11836.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	17052.8	1161.31	979.346	18081.5	16375.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	16506.5	934.517	1514.29	14532.4	25468.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	17052.8	1161.31	979.346	18081.5	16375.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	16506.5	934.517	1514.29	14532.4	25468.5	
SLE_rar_gr4_centrif_88	16506.5	924	531.132	14403.1	8984.17	
SLE_rar_vento_gr4_96	16506.5	934.517	1514.29	14532.4	25468.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	16506.5	934.517	1514.29	14532.4	25468.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	16506.5	934.517	1514.29	14532.4	25468.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	16506.5	934.517	1514.29	14532.4	25468.5	
SLE_qp_gr1_Treno_115	14321.4	0	54.9252	0	700.296	
SLE_qp_gr1+vento_119	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17	
SLE_qp_gr1+vento_119	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17	
SLE_qp_gr1+vento_119	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17	
SLE_qp_gr1+vento_119	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17	
E_103x_SLD_q=1_140	14489.4	2741.92	832.059	35027.5	9830.21	
E_103y_SLD_q=1_141	14489.4	824.048	2186.56	10508.3	30660.3	
E_103z_SLD_q=1_142	14881.3	824.048	832.059	10508.3	9830.21	


BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	26317.1	577.5	695.699	9881.97	13923.6	
SLE_rar_gr3+vento_91	26317.1	1161.31	979.346	21565.4	19313.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	25770.9	934.517	1514.29	17336	30011.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	26317.1	1161.31	979.346	21565.4	19313.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	25770.9	934.517	1514.29	17336	30011.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88	25770.9	924	531.132	17175.1	10577.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	25770.9	934.517	1514.29	17336	30011.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	25770.9	934.517	1514.29	17336	30011.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	25770.9	934.517	1514.29	17336	30011.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	25770.9	934.517	1514.29	17336	30011.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115	23585.8	0	54.9252	0	865.072	
SLE_qp_gr1+vento_119	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84	
SLE_qp_gr1+vento_119	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84	
SLE_qp_gr1+vento_119	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84	
SLE_qp_gr1+vento_119	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84	
E_103x_SLD_q=1_140	23799.1	3287.66	995.78	44890.5	12817.5	
E_103y_SLD_q=1_141	23799.1	1369.79	2350.28	14617.6	37711.2	
E_103z_SLD_q=1_142	24296.7	1369.79	995.78	14617.6	12817.5	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		14394.2	577.5	695.699	1046.22	3279.45	
SLE_rar_gr3+vento_162		14394.2	1161.31	1027.61	1306.1	4552.16	
SLE_rar_vento_gr4_167		13445.8	934.517	1552.9	1044.88	7020.98	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		14394.2	1155	437.711	1306.1	1917.27	
SLE_rar_vento_gr4_167		13445.8	934.517	1552.9	1044.88	7020.98	
SLE_rar_gr4_centrif_159		13445.8	924	569.741	1044.88	2629.49	
SLE_rar_vento_gr4_167		13445.8	934.517	1552.9	1044.88	7020.98	
SLE_rar_vento_gr4_167		13445.8	934.517	1552.9	1044.88	7020.98	
SLE_rar_gr4_centrif_159		13445.8	924	569.741	1044.88	2629.49	
SLE_rar_vento_gr4_167		13445.8	934.517	1552.9	1044.88	7020.98	
SLE_qp_gr1_Treno_186		9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_190		9652	2.10346	251.557	0	903.013	
SLE_qp_gr1+vento_190		9652	2.10346	251.557	0	903.013	
SLE_qp_gr1_Treno_186		9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_190		9652	2.10346	251.557	251.557	903.013	
E_103x_SLD_q=1_211		9819.97	2741.92	832.059	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		9819.97	824.048	2186.56	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		10211.9	824.048	832.059	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	19063.7	577.5	695.699	8149.47	11836.5	
SLE_rar_gr3+vento_162	19063.7	1161.31	1027.61	15590.2	17191.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	19063.7	1161.31	1027.61	15590.2	17191.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_rar_gr4_centrif_159	18115.2	924	569.741	12410.1	9637.31	
SLE_rar_vento_gr4_167	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	18115.2	934.517	1552.9	12539.4	26121.7	
SLE_qp_gr1_Treno_186	14321.4	0	54.9252	0	700.296	
SLE_qp_gr1+vento_190	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17	
SLE_qp_gr1+vento_190	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17	
SLE_qp_gr1+vento_190	14321.4	2.10346	251.557	25.8725	3997.17	
SLE_qp_gr1+vento_190	14321.4	2.10346	251.557	251.557	3997.17	
E_103x_SLD_q=1_211	14489.4	2741.92	832.059	35027.5	9830.21	
E_103y_SLD_q=1_212	14489.4	824.048	2186.56	10508.3	30660.3	
E_103z_SLD_q=1_213	14881.3	824.048	832.059	10508.3	9830.21	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	28328	577.5	695.699	9881.97	13923.6	
SLE_rar_gr3+vento_162	28328	1161.31	1027.61	19074.1	20274.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	28328	1161.31	1027.61	19074.1	20274.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_rar_gr4_centrif_159	27379.6	924	569.741	15182.1	11346.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	27379.6	934.517	1552.9	15343	30780.4	
SLE_qp_gr1_Treno_186	23585.8	0	54.9252	0	865.072	
SLE_qp_gr1+vento_190	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84	
SLE_qp_gr1+vento_190	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84	
SLE_qp_gr1+vento_190	23585.8	2.10346	251.557	32.1829	4751.84	
SLE_qp_gr1+vento_190	23585.8	2.10346	251.557	251.557	4751.84	
E_103x_SLD_q=1_211	23799.1	3287.66	995.78	44890.5	12817.5	
E_103y_SLD_q=1_212	23799.1	1369.79	2350.28	14617.6	37711.2	
E_103z_SLD_q=1_213	24296.7	1369.79	995.78	14617.6	12817.5	

 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2.2 Stati limiti ultimi

### Configurazione1

TESTA PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		20607.5	837.375	1094.57	1517.02	4793.81
A1_SLU_gr3+vento_7		20607.5	1684.22	1605.34	1893.84	6771
A1_SLU_vento_gr4_12		19232.3	1355.58	2370.17	1515.07	10431.2
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		20607.5	1674.75	720.491	1893.84	2818.66
A1_SLU_vento_gr4_12		19232.3	1355.58	2370.17	1515.07	10431.2
E_103x_SLV_q=1.5_60		10179.9	3802.39	1265.54	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		10179.9	1142.19	3631.51	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		11411.7	1142.19	1265.54	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		10179.9	5694.87	1773.87	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		10179.9	1709.93	5325.95	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		11411.7	1709.93	1773.87	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		26911.3	837.375	1094.57	11816.7	18257.1
A1_SLU_gr3+vento_7		26911.3	1684.22	1605.34	22609.7	26516.6
A1_SLU_vento_gr4_12		25536	1355.58	2370.17	18188.7	39584.3
A1_SLU_gr3+vento_7		26911.3	1684.22	1605.34	22609.7	26516.6
A1_SLU_vento_gr4_12		25536	1355.58	2370.17	18188.7	39584.3
E_103x_SLV_q=1.5_60		14849.3	3802.39	1265.54	44313.9	15174.9
E_103y_SLV_q=1.5_61		14849.3	1142.19	3631.51	13294.2	48475.9
E_103z_SLV_q=1.5_62		16081.1	1142.19	1265.54	13294.2	15174.9
E_103x_SLV_q=1_66		14849.3	5694.87	1773.87	66395	22337.7
E_103y_SLV_q=1_67		14849.3	1709.93	5325.95	19918.5	72352
E_103z_SLV_q=1_68		16081.1	1709.93	1773.87	19918.5	22337.7
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		39418.1	837.375	1094.57	14328.9	21540.8
A1_SLU_gr3+vento_7		39418.1	1684.22	1605.34	27662.3	31332.6
A1_SLU_vento_gr4_12		38042.9	1355.58	2370.17	22255.4	46694.8
A1_SLU_gr3+vento_7		39418.1	1684.22	1605.34	27662.3	31332.6
A1_SLU_vento_gr4_12		38042.9	1355.58	2370.17	22255.4	46694.8
E_103x_SLV_q=1.36_63		24242	5274.76	1694.64	64569.6	21686
E_103y_SLV_q=1.36_64		24242	2348.54	4297.2	21669.2	66124.7
E_103z_SLV_q=1.36_65		25773.2	2348.54	1694.64	21669.2	21686
E_103x_SLV_q=1_66		24242	6787.21	2101.58	86756.6	28642.4
E_103y_SLV_q=1_67		24242	2802.27	5653.65	28325.3	89312.9
E_103z_SLV_q=1_68		25773.2	2802.27	2101.58	28325.3	28642.4


Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	17691.7	837.375	989.605	5129.32	4455	
A1_SLU_gr3+vento_78	17691.7	1684.22	1500.37	5506.14	6432.18	
A1_SLU_vento_gr4_83	16899.6	1355.58	2286.2	4404.91	10160.1	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	17691.7	1674.75	615.523	5506.14	2479.84	
A1_SLU_vento_gr4_83	16899.6	1355.58	2286.2	4404.91	10160.1	
E_103x_SLV_q=1.5_131	10179.9	3802.39	1265.54	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	10179.9	1142.19	3631.51	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	11411.7	1142.19	1265.54	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	10179.9	5694.87	1773.87	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	10179.9	1709.93	5325.95	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	11411.7	1709.93	1773.87	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	23995.5	837.375	989.605	15429	16627.1	
A1_SLU_gr3+vento_78	23995.5	1684.22	1500.37	26222	24886.7	
A1_SLU_vento_gr4_83	23203.4	1355.58	2286.2	21078.5	38280.4	
A1_SLU_gr3+vento_78	23995.5	1684.22	1500.37	26222	24886.7	
A1_SLU_vento_gr4_83	23203.4	1355.58	2286.2	21078.5	38280.4	
E_103x_SLV_q=1.5_131	14849.3	3802.39	1265.54	44313.9	15174.9	
E_103y_SLV_q=1.5_132	14849.3	1142.19	3631.51	13294.2	48475.9	
E_103z_SLV_q=1.5_133	16081.1	1142.19	1265.54	13294.2	15174.9	
E_103x_SLV_q=1_137	14849.3	5694.87	1773.87	66395	22337.7	
E_103y_SLV_q=1_138	14849.3	1709.93	5325.95	19918.5	72352	
E_103z_SLV_q=1_139	16081.1	1709.93	1773.87	19918.5	22337.7	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	36502.3	837.375	989.605	17941.2	19596	
A1_SLU_gr3+vento_78	36502.3	1684.22	1500.37	31274.6	29387.8	
A1_SLU_vento_gr4_83	35710.3	1355.58	2286.2	25145.2	45139	
A1_SLU_gr3+vento_78	36502.3	1684.22	1500.37	31274.6	29387.8	
A1_SLU_vento_gr4_83	35710.3	1355.58	2286.2	25145.2	45139	
E_103x_SLV_q=1.36_134	24242	5274.76	1694.64	64569.6	21686	
E_103y_SLV_q=1.36_135	24242	2348.54	4297.2	21669.2	66124.7	
E_103z_SLV_q=1.36_136	25773.2	2348.54	1694.64	21669.2	21686	
E_103x_SLV_q=1_137	24242	6787.21	2101.58	86756.6	28642.4	
E_103y_SLV_q=1_138	24242	2802.27	5653.65	28325.3	89312.9	
E_103z_SLV_q=1_139	25773.2	2802.27	2101.58	28325.3	28642.4	

Configurazione3

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		20607.5	837.375	1094.57	1517.02	4793.81
A1_SLU_gr3+vento_149		20607.5	1684.22	1605.34	1893.84	6771
A1_SLU_vento_gr4_154		19232.3	1355.58	2370.17	1515.07	10431.2
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145		20607.5	1674.75	720.491	1893.84	2818.66
A1_SLU_vento_gr4_154		19232.3	1355.58	2370.17	1515.07	10431.2
E_103x_SLV_q=1.5_202		10179.9	3802.39	1265.54	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203		10179.9	1142.19	3631.51	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204		11411.7	1142.19	1265.54	0	0
E_103x_SLV_q=1_208		10179.9	5694.87	1773.87	0	0
E_103y_SLV_q=1_209		10179.9	1709.93	5325.95	0	0
E_103z_SLV_q=1_210		11411.7	1709.93	1773.87	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		26911.3	837.375	1094.57	11816.7	18257.1
A1_SLU_gr3+vento_149		26911.3	1684.22	1605.34	22609.7	26516.6
A1_SLU_vento_gr4_154		25536	1355.58	2370.17	18188.7	39584.3
A1_SLU_gr3+vento_149		26911.3	1684.22	1605.34	22609.7	26516.6
A1_SLU_vento_gr4_154		25536	1355.58	2370.17	18188.7	39584.3
E_103x_SLV_q=1.5_202		14849.3	3802.39	1265.54	44313.9	15174.9
E_103y_SLV_q=1.5_203		14849.3	1142.19	3631.51	13294.2	48475.9
E_103z_SLV_q=1.5_204		16081.1	1142.19	1265.54	13294.2	15174.9
E_103x_SLV_q=1_208		14849.3	5694.87	1773.87	66395	22337.7
E_103y_SLV_q=1_209		14849.3	1709.93	5325.95	19918.5	72352
E_103z_SLV_q=1_210		16081.1	1709.93	1773.87	19918.5	22337.7
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		39418.1	837.375	1094.57	14328.9	21540.8
A1_SLU_gr3+vento_149		39418.1	1684.22	1605.34	27662.3	31332.6
A1_SLU_vento_gr4_154		38042.9	1355.58	2370.17	22255.4	46694.8
A1_SLU_gr3+vento_149		39418.1	1684.22	1605.34	27662.3	31332.6
A1_SLU_vento_gr4_154		38042.9	1355.58	2370.17	22255.4	46694.8
E_103x_SLV_q=1.36_205		24242	5274.76	1694.64	64569.6	21686
E_103y_SLV_q=1.36_206		24242	2348.54	4297.2	21669.2	66124.7
E_103z_SLV_q=1.36_207		25773.2	2348.54	1694.64	21669.2	21686
E_103x_SLV_q=1_208		24242	6787.21	2101.58	86756.6	28642.4
E_103y_SLV_q=1_209		24242	2802.27	5653.65	28325.3	89312.9
E_103z_SLV_q=1_210		25773.2	2802.27	2101.58	28325.3	28642.4



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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	212 $\Phi$ 30 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/15	8.7 cm
plinto	Trasv: 3 strati $\Phi$ 30/10 Long 3 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	36 $\Phi$ 30 interasse 15 cm*	$\Phi$ 12/20	9.7 cm

*\*è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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  $q \leq 1,5$ .*

## 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.

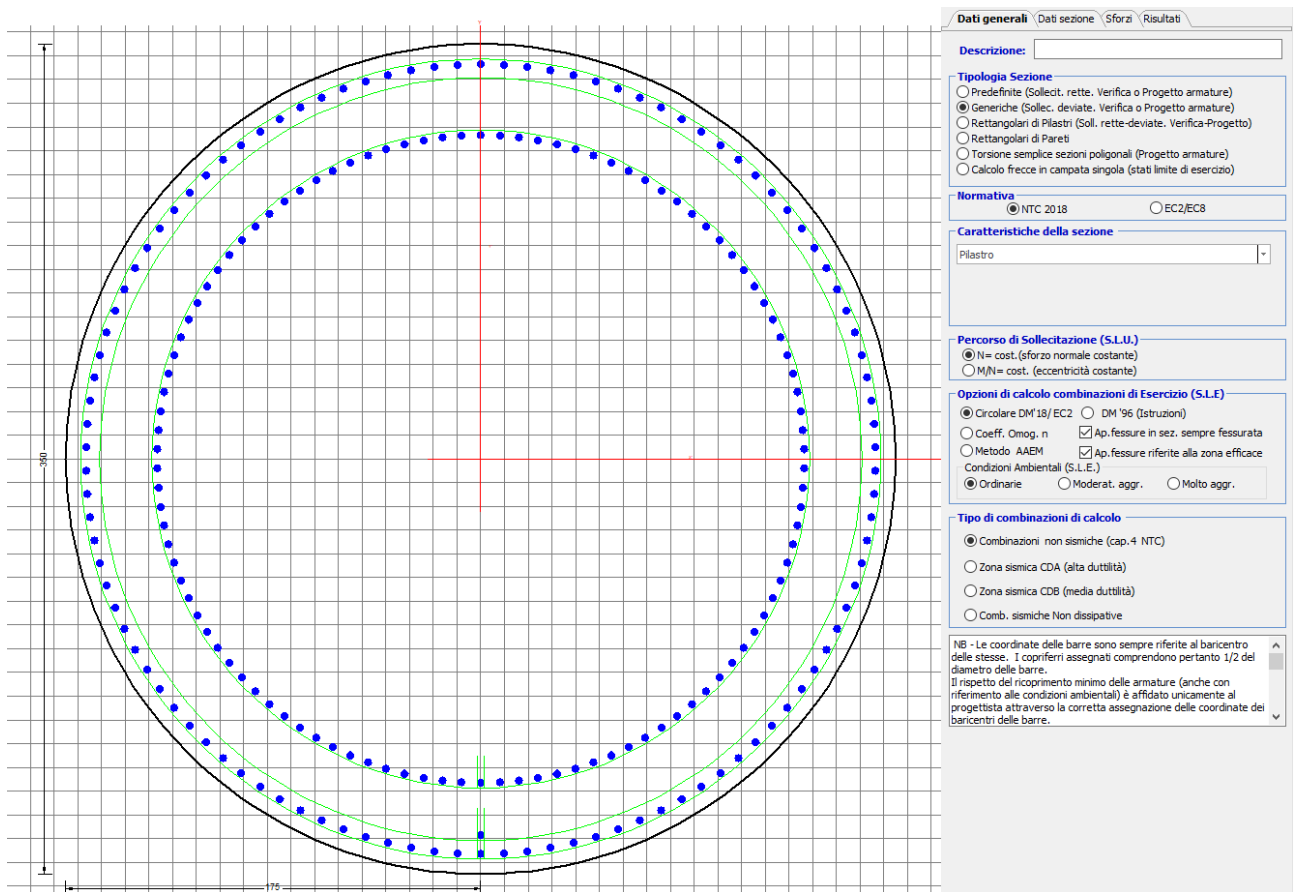


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 212 di diametro  $\Phi 30$  che corrispondono ad un passo di 10cm lungo il bordo esterno e speculare internamente.

## 8.2 Verifica a presso flessione

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: Circolare 3.5m

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

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.: 175.0 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
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	166.5	106	30
2	0.0	0.0	136.5	106	30
3	0.0	0.0	158.6	1	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	26911.27	11816.73	18257.07	0.00	0.00
2	26911.27	22609.69	26516.63	0.00	0.00
3	25536.02	18188.66	39584.30	0.00	0.00
4	26911.27	22609.69	26516.63	0.00	0.00
5	25536.02	18188.66	39584.30	0.00	0.00
6	14849.34	44313.90	15174.87	0.00	0.00
7	14849.34	13294.17	48475.85	0.00	0.00
8	16081.10	13294.17	15174.87	0.00	0.00
9	23995.47	15429.04	16627.14	0.00	0.00
10	23995.47	26222.00	24886.70	0.00	0.00
11	23203.38	21078.50	38280.36	0.00	0.00
12	23995.47	26222.00	24886.70	0.00	0.00
13	23203.38	21078.50	38280.36	0.00	0.00
14	14849.34	44313.90	15174.87	0.00	0.00
15	14849.34	13294.17	48475.85	0.00	0.00
16	16081.10	13294.17	15174.87	0.00	0.00
17	26911.27	11816.73	18257.07	0.00	0.00
18	26911.27	22609.69	26516.63	0.00	0.00
19	25536.02	18188.66	39584.30	0.00	0.00
20	26911.27	22609.69	26516.63	0.00	0.00
21	25536.02	18188.66	39584.30	0.00	0.00
22	14849.34	44313.90	15174.87	0.00	0.00
23	14849.34	13294.17	48475.85	0.00	0.00
24	16081.10	13294.17	15174.87	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	19063.66	8149.47	11836.54
2	19063.66	15590.21	17191.74
3	18115.22	12539.44	26121.67
4	19063.66	15590.21	17191.74
5	18115.22	12539.44	26121.67
6	17052.77	8149.47	11836.54
7	17052.77	18081.46	16375.31
8	16506.50	14532.44	25468.53
9	17052.77	18081.46	16375.31
10	16506.50	14532.44	25468.53
11	19063.66	8149.47	11836.54
12	19063.66	15590.21	17191.74
13	18115.22	12539.44	26121.67
14	19063.66	15590.21	17191.74
15	18115.22	12539.44	26121.67
16	14456.39	26137.46	8413.59
17	14456.39	7841.24	25938.27

18	14771.28	7841.24	8413.59
19	14489.41	35027.51	9830.21
20	14489.41	10508.25	30660.32
21	14881.33	10508.25	9830.21
22	14489.41	35027.51	9830.21
23	14489.41	10508.25	30660.32
24	14881.33	10508.25	9830.21

**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	18115.22	12410.08 (30268.92)	9637.31 (23505.97)
2	18115.22	12539.44 (10572.48)	26121.67 (22024.18)
3	18115.22	12539.44 (10572.48)	26121.67 (22024.18)
4	18115.22	12539.44 (10572.48)	26121.67 (22024.18)
5	18115.22	12539.44 (10572.48)	26121.67 (22024.18)
6	16506.50	14403.07 (27252.20)	8984.17 (16999.04)
7	16506.50	14532.44 (11615.06)	25468.53 (20355.74)
8	16506.50	14532.44 (11615.06)	25468.53 (20355.74)
9	16506.50	14532.44 (11615.06)	25468.53 (20355.74)
10	16506.50	14532.44 (11615.06)	25468.53 (20355.74)
11	18115.22	12410.08 (30268.92)	9637.31 (23505.97)
12	18115.22	12539.44 (10572.48)	26121.67 (22024.18)
13	18115.22	12539.44 (10572.48)	26121.67 (22024.18)
14	18115.22	12539.44 (10572.48)	26121.67 (22024.18)
15	18115.22	12539.44 (10572.48)	26121.67 (22024.18)

**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	14321.44	0.00 (0.00)	700.30 (0.00)
2	14321.44	25.87 (0.00)	3997.17 (0.00)
3	14321.44	25.87 (0.00)	3997.17 (0.00)
4	14321.44	25.87 (0.00)	3997.17 (0.00)
5	14321.44	25.87 (0.00)	3997.17 (0.00)
6	14321.44	0.00 (0.00)	700.30 (0.00)
7	14321.44	25.87 (0.00)	3997.17 (0.00)
8	14321.44	25.87 (0.00)	3997.17 (0.00)
9	14321.44	25.87 (0.00)	3997.17 (0.00)
10	14321.44	25.87 (0.00)	3997.17 (0.00)
11	14321.44	0.00 (0.00)	700.30 (0.00)
12	14321.44	25.87 (0.00)	3997.17 (0.00)
13	14321.44	25.87 (0.00)	3997.17 (0.00)
14	14321.44	25.87 (0.00)	3997.17 (0.00)
15	14321.44	251.56 (0.00)	3997.17 (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: 4.9 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Componente X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	26911.27	11816.73	18257.07	26911.55	53574.06(53574.06)	81730.50(81730.50)	4.491505.6(288.6)	
2	S	26911.27	22609.69	26516.63	26911.28	63770.16(63770.16)	74109.64(74109.64)	2.801505.6(288.6)	
3	S	25536.02	18188.66	39584.30	25535.88	40866.82(40866.82)	87762.76(87762.76)	2.221505.6(288.6)	
4	S	26911.27	22609.69	26516.63	26911.28	63770.16(63770.16)	74109.64(74109.64)	2.801505.6(288.6)	
5	S	25536.02	18188.66	39584.30	25535.88	40866.82(40866.82)	87762.76(87762.76)	2.221505.6(288.6)	
6	S	14849.34	44313.90	15174.87	14849.14	84793.77(84793.77)	28868.46(28868.46)	1.911505.6(288.6)	
7	S	14849.34	13294.17	48475.85	14849.40	23217.05(23217.05)	86192.02(86192.02)	1.781505.6(288.6)	
8	S	16081.10	13294.17	15174.87	16081.09	59883.08(59883.08)	67690.48(67690.48)	4.481505.6(288.6)	
9	S	23995.47	15429.04	16627.14	23995.28	65588.48(65588.48)	70010.41(70010.41)	4.221505.6(288.6)	
10	S	23995.47	26222.00	24886.70	23995.42	69859.27(69859.27)	65780.22(65780.22)	2.651505.6(288.6)	
11	S	23203.38	21078.50	38280.36	23203.28	46387.64(46387.64)	83274.85(83274.85)	2.181505.6(288.6)	
12	S	23995.47	26222.00	24886.70	23995.42	69859.27(69859.27)	65780.22(65780.22)	2.651505.6(288.6)	
13	S	23203.38	21078.50	38280.36	23203.28	46387.64(46387.64)	83274.85(83274.85)	2.181505.6(288.6)	
14	S	14849.34	44313.90	15174.87	14849.14	84793.77(84793.77)	28868.46(28868.46)	1.911505.6(288.6)	
15	S	14849.34	13294.17	48475.85	14849.40	23217.05(23217.05)	86192.02(86192.02)	1.781505.6(288.6)	
16	S	16081.10	13294.17	15174.87	16081.09	59883.08(59883.08)	67690.48(67690.48)	4.481505.6(288.6)	
17	S	26911.27	11816.73	18257.07	26911.55	53574.06(53574.06)	81730.50(81730.50)	4.491505.6(288.6)	
18	S	26911.27	22609.69	26516.63	26911.28	63770.16(63770.16)	74109.64(74109.64)	2.801505.6(288.6)	
19	S	25536.02	18188.66	39584.30	25535.88	40866.82(40866.82)	87762.76(87762.76)	2.221505.6(288.6)	
20	S	26911.27	22609.69	26516.63	26911.28	63770.16(63770.16)	74109.64(74109.64)	2.801505.6(288.6)	
21	S	25536.02	18188.66	39584.30	25535.88	40866.82(40866.82)	87762.76(87762.76)	2.221505.6(288.6)	

22	S	14849.34	44313.90	15174.87	14849.14	84793.77(84793.77)	28868.46(28868.46)	1.911505.6(288.6)
23	S	14849.34	13294.17	48475.85	14849.40	23217.05(23217.05)	86192.02(86192.02)	1.781505.6(288.6)
24	S	16081.10	13294.17	15174.87	16081.09	59883.08(59883.08)	67690.48(67690.48)	4.481505.6(288.6)

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Ys max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
	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	146.7	5.1	0.00326	140.8	88.9	-0.00622	-140.8	-88.9
2	0.00350	133.0	2.0	0.00326	129.3	104.9	-0.00622	-129.3	-104.9
3	0.00350	158.9	2.0	0.00325	150.3	71.6	-0.00637	-150.3	-71.6
4	0.00350	133.0	2.0	0.00326	129.3	104.9	-0.00622	-129.3	-104.9
5	0.00350	158.9	2.0	0.00325	150.3	71.6	-0.00637	-150.3	-71.6
6	0.00350	56.7	5.1	0.00322	58.0	156.1	-0.00771	-58.0	-156.1
7	0.00350	169.2	2.0	0.00322	160.6	43.9	-0.00772	-160.6	-43.9
8	0.00350	131.5	2.0	0.00322	122.8	112.4	-0.00754	-122.8	-112.4
9	0.00350	128.1	2.0	0.00325	122.8	112.4	-0.00654	-122.8	-112.4
10	0.00350	120.4	2.0	0.00325	116.0	119.5	-0.00654	-116.0	-119.5
11	0.00350	153.2	5.1	0.00325	145.8	80.4	-0.00664	-145.8	-80.4
12	0.00350	120.4	2.0	0.00325	116.0	119.5	-0.00654	-116.0	-119.5
13	0.00350	153.2	2.0	0.00325	145.8	80.4	-0.00664	-145.8	-80.4
14	0.00350	56.7	2.0	0.00322	58.0	156.1	-0.00771	-58.0	-156.1
15	0.00350	169.2	11.8	0.00322	160.6	43.9	-0.00772	-160.6	-43.9
16	0.00350	131.5	166.5	0.00322	122.8	112.4	-0.00754	-122.8	-112.4
17	0.00350	146.7	50.4	0.00326	140.8	88.9	-0.00622	-140.8	-88.9
18	0.00350	133.0	119.3	0.00326	129.3	104.9	-0.00622	-129.3	-104.9
19	0.00350	158.9	168.4	0.00325	150.3	71.6	-0.00637	-150.3	-71.6
20	0.00350	133.0	56.4	0.00326	129.3	104.9	-0.00622	-129.3	-104.9
21	0.00350	158.9	127.7	0.00325	150.3	71.6	-0.00637	-150.3	-71.6
22	0.00350	56.7	168.4	0.00322	58.0	156.1	-0.00771	-58.0	-156.1
23	0.00350	169.2	56.4	0.00322	160.6	43.9	-0.00772	-160.6	-43.9
24	0.00350	131.5	127.7	0.00322	122.8	112.4	-0.00754	-122.8	-112.4

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000023867	0.000015514	-0.001481489	----	----
2	0.000021639	0.000018492	-0.001481253	----	----
3	0.000026251	0.000012094	-0.001558012	----	----
4	0.000021639	0.000018492	-0.001481253	----	----
5	0.000026251	0.000012094	-0.001558012	----	----
6	0.000010634	0.000031072	-0.002247218	----	----



7	0.000031756	0.000008393	-0.002248088	----	----
8	0.000024298	0.000021335	-0.002158659	----	----
9	0.000021530	0.000020037	-0.001646883	----	----
10	0.000020228	0.000021350	-0.001646849	----	----
11	0.000025986	0.000014339	-0.001693952	----	----
12	0.000020228	0.000021350	-0.001646849	----	----
13	0.000025986	0.000014339	-0.001693952	----	----
14	0.000010634	0.000031072	-0.002247218	----	----
15	0.000031756	0.000008393	-0.002248088	----	----
16	0.000024298	0.000021335	-0.002158659	----	----
17	0.000023867	0.000015514	-0.001481489	----	----
18	0.000021639	0.000018492	-0.001481253	----	----
19	0.000026251	0.000012094	-0.001558012	----	----
20	0.000021639	0.000018492	-0.001481253	----	----
21	0.000026251	0.000012094	-0.001558012	----	----
22	0.000010634	0.000031072	-0.002247218	----	----
23	0.000031756	0.000008393	-0.002248088	----	----
24	0.000024298	0.000021335	-0.002158659	----	----

**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	4.25	144.1	0.0	-15.4	-135.3	-97.1	3031	106.0
2	S	6.48	129.8	0.0	-61.8	-122.8	-112.4	7710	247.4
3	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0
4	S	6.48	129.8	0.0	-61.8	-122.8	-112.4	7710	247.4
5	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0
6	S	4.15	144.2	0.0	-20.2	-135.3	-97.1	4099	127.2
7	S	6.78	117.7	0.0	-78.9	-108.7	-126.1	9069	296.9
8	S	8.15	152.2	0.0	-116.9	-145.8	-80.4	10575	325.2
9	S	6.78	117.7	0.0	-78.9	-108.7	-126.1	9069	296.9
10	S	8.15	152.2	0.0	-116.9	-145.8	-80.4	10575	325.2
11	S	4.25	144.1	0.0	-15.4	-135.3	-97.1	3031	106.0
12	S	6.48	129.8	0.0	-61.8	-122.8	-112.4	7710	247.4
13	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0
14	S	6.48	129.8	0.0	-61.8	-122.8	-112.4	7710	247.4
15	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0
16	S	7.61	53.8	0.0	-114.6	-48.6	-159.2	10932	332.2
17	S	7.54	167.6	0.0	-112.9	-160.6	-43.9	10899	332.2
18	S	3.37	128.0	0.0	-13.4	-122.8	-112.4	3346	113.1
19	S	10.06	47.5	0.0	-180.7	-48.6	-159.2	12024	360.5
20	S	9.01	165.6	0.0	-152.3	-157.7	-53.3	11669	353.4
21	S	4.08	119.6	0.0	-26.6	-116.0	-119.5	5000	141.4
22	S	10.06	47.5	0.0	-180.7	-48.6	-159.2	12024	360.5
23	S	9.01	165.6	0.0	-152.3	-157.7	-53.3	11669	353.4
24	S	4.08	119.6	0.0	-26.6	-116.0	-119.5	5000	141.4

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
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	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	481	0.022 (990.00)	26667.63	38732.88
2	S	-0.00033	0	0.833	30.0	70	0.00019 (0.00019)	503	0.093 (990.00)	18977.78	20927.31
3	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (990.00)	10572.48	22024.18
4	S	-0.00033	0	0.833	30.0	70	0.00019 (0.00019)	503	0.093 (990.00)	18977.78	20927.31
5	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (990.00)	10572.48	22024.18
6	S	-0.00011	0	0.833	30.0	70	0.00006 (0.00006)	512	0.031 (990.00)	22517.05	32704.45
7	S	-0.00042	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	498	0.118 (990.00)	19098.52	17296.40
8	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	514	0.180 (990.00)	11615.06	20355.74
9	S	-0.00042	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	498	0.118 (990.00)	19098.52	17296.40
10	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	514	0.180 (990.00)	11615.06	20355.74
11	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	481	0.022 (990.00)	26667.63	38732.88
12	S	-0.00033	0	0.833	30.0	70	0.00019 (0.00019)	503	0.093 (990.00)	18977.78	20927.31
13	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (990.00)	10572.48	22024.18
14	S	-0.00033	0	0.833	30.0	70	0.00019 (0.00019)	503	0.093 (990.00)	18977.78	20927.31
15	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (990.00)	10572.48	22024.18
16	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.178 (990.00)	21840.16	7030.30
17	S	-0.00059	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	517	0.175 (990.00)	6649.29	21995.39
18	S	-0.00007	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	489	0.020 (990.00)	30393.32	32611.80
19	S	-0.00094	0	0.833	30.0	70	0.00054 (0.00054)	522	0.283 (990.00)	20411.81	5728.42
20	S	-0.00080	0	0.833	30.0	70	0.00046 (0.00046)	519	0.237 (990.00)	7057.60	20592.24
21	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	539	0.043 (990.00)	24815.11	23213.93
22	S	-0.00094	0	0.833	30.0	70	0.00054 (0.00054)	522	0.283 (990.00)	20411.81	5728.42
23	S	-0.00080	0	0.833	30.0	70	0.00046 (0.00046)	519	0.237 (990.00)	7057.60	20592.24
24	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	539	0.043 (990.00)	24815.11	23213.93

**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	4.51	107.4	0.0	-23.5	-101.0	-132.3	4307	127.2
2	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0
3	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0
4	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0
5	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0
6	S	4.78	92.7	0.0	-34.9	-84.7	-143.4	6049	190.9
7	S	8.15	152.2	0.0	-116.9	-145.8	-80.4	10575	325.2
8	S	8.15	152.2	0.0	-116.9	-145.8	-80.4	10575	325.2
9	S	8.15	152.2	0.0	-116.9	-145.8	-80.4	10575	325.2
10	S	8.15	152.2	0.0	-116.9	-145.8	-80.4	10575	325.2
11	S	4.51	107.4	0.0	-23.5	-101.0	-132.3	4307	127.2
12	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0
13	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0
14	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0
15	S	8.06	157.9	0.0	-105.4	-150.3	-71.6	9902	311.0

**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	0.00007 (0.00007)	526	0.037 (0.20)	30268.92	23505.97
2	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (0.20)	10572.48	22024.18
3	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (0.20)	10572.48	22024.18
4	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (0.20)	10572.48	22024.18
5	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (0.20)	10572.48	22024.18
6	S	-0.00019	0	0.833	30.0	70	0.00010 (0.00010)	507	0.053 (0.20)	27252.20	16999.04
7	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	514	0.180 (0.20)	11615.06	20355.74
8	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	514	0.180 (0.20)	11615.06	20355.74
9	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	514	0.180 (0.20)	11615.06	20355.74
10	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	514	0.180 (0.20)	11615.06	20355.74
11	S	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	526	0.037 (0.20)	30268.92	23505.97
12	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (0.20)	10572.48	22024.18
13	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (0.20)	10572.48	22024.18
14	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (0.20)	10572.48	22024.18
15	S	-0.00056	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	509	0.161 (0.20)	10572.48	22024.18

**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	1.33	174.9	0.0	16.3	-166.4	-4.9	---	---
2	S	1.91	175.0	0.0	8.1	-166.4	-4.9	---	---
3	S	1.91	175.0	0.0	8.1	-166.4	-4.9	---	---
4	S	1.91	175.0	0.0	8.1	-166.4	-4.9	---	---
5	S	1.91	175.0	0.0	8.1	-166.4	-4.9	---	---
6	S	1.33	174.9	0.0	16.3	-166.4	-4.9	---	---
7	S	1.91	175.0	0.0	8.1	-166.4	-4.9	---	---
8	S	1.91	175.0	0.0	8.1	-166.4	-4.9	---	---
9	S	1.91	175.0	0.0	8.1	-166.4	-4.9	---	---
10	S	1.91	175.0	0.0	8.1	-166.4	-4.9	---	---
11	S	1.33	174.9	0.0	16.3	-166.4	-4.9	---	---
12	S	1.91	175.0	0.0	8.1	-166.4	-4.9	---	---
13	S	1.91	175.0	0.0	8.1	-166.4	-4.9	---	---
14	S	1.91	175.0	0.0	8.1	-166.4	-4.9	---	---
15	S	1.91	174.6	0.0	8.1	-165.8	-14.8	---	---

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

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

### 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	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	$V_c$	23293	kN
resistenza staffe	$V_s$	7457	kN
taglio resisitente	$V_r$	7457	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	5965	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.80	
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	$V_c$	23293	kN
resistenza staffe	$V_s$	7457	kN
taglio resisitente	$V_r$	7457	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	5594	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.75	

 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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>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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</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>212</b>	
diámetro del ferro longitudinale	fi	<b>30</b>	mm
diámetro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	149854	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9621000.00	mm <sup>3</sup>
		<b>1.56%</b>	>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.15</b>	g
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.07	
interasse staffe	s	<b>150</b>	mm
diámetro armature trasversale	$\varphi$	<b>12</b>	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	Asw	2.26	mm <sup>2</sup>
area totale legature	Asl	12.69	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.0592</b>	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

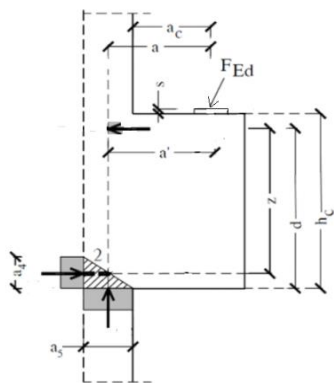
### 8.5 Verifica spostamenti

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

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

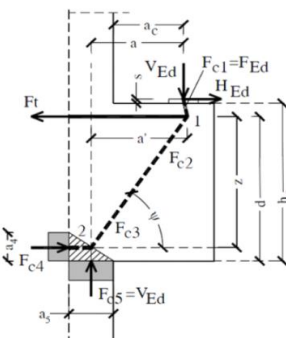
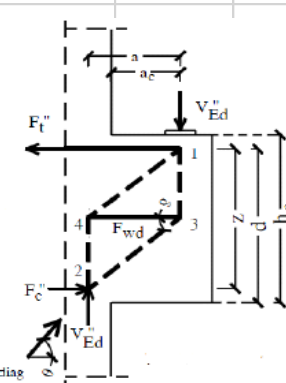
<b>L imp (m)</b>	<b>EL (cm)</b>	<b>Corsa appoggi (cm)</b>	<b>Escursione giunti (cm)</b>	<b>Varco (cm)</b>
<b>17.9</b>	12.0	7.5	7.0	8.0
<b>25</b>	14.0	8.8	8.0	9.0
<b>40</b>	17.0	10.6	9.5	10.5
<b>50</b>	19.0	11.9	10.5	11.5
<b>60</b>	22.0	13.8	12.0	13.0

## 9. PULVINO

<u>Geometria mensola</u>					
	Altezza mensola	hc	2000	[mm]	
	larghezza mensola	atot	3549.10288	[mm]	
	profondità	b	2000	[mm]	
	copriferro	c	85	[mm]	
	applicazione carico	ac	50	[mm]	
	altezza utile	d	1915	[mm]	
	braccio delle forze interne	z	1532	[mm]	
tipologia di mensola:		<b>MENSOLA MOLTO TOZZA <math>2a &lt; z</math></b>			
<u>Materiali</u>					
	resistenza a compressione cilindrica	fck	32	[Mpa]	
	resistenza di calcolo	fcd	18.13333333	[Mpa]	
	coefficiente riduttivo	<b>h'</b>	0.872	[Mpa]	
	tensione massima nodo CCC	sRd1,max	15.81226667	[Mpa]	
	tensione massima nodo CCT	sRd2,max	13.44042667	[Mpa]	
	resistenza dell'acciaio	fyk	450	[Mpa]	
	resistenza di calcolo dell'acciaio	fyd	391.3043478	[Mpa]	



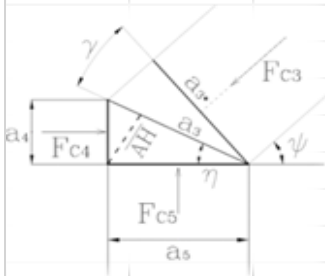
## 9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

<u>Calcolo armatura principale</u>						
con riferimento al modello 1 di traliccio semplificato, si determina l'armatura principale allo SLU						
	modello 1	azione esterna applicata	Fed = Fc5	6727.816275	[Kn]	
			forza orizzontale trasmessa	Hed	273.6434031	
			braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
			larghezza risultante di riferimento	a5	212.7404128	[mm]
			braccio della forza di compressione	a	156.3702064	[mm]
			trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	782.2645171	[Kn]
			armatura superiore	As	1999.120433	[mm2]
			diametro del ferro longitudinale	Φ	20	[mm]
			passo armature	p	20	[cm]
			numero di strati di barre	nst	1	
			numeri ferri predisposti in b	n	10	
			areare ferri resistenti	Ares	3140	[mm2]
			coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.570690764	
	verifica nodo 1 CCC		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]
			tensione di compressione 4	s4	0.510616526	[Mpa] <b>Oke</b>
<u>Calcolo armatura secondaria orizzontale</u>						
	modello 2	angolo di inclinazione	Ψ	83.36445504	[gradi]	
			coefficiente di ripartizione	c	14.83075491	[%]
			braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
			braccio della forza di compressione	a	156.3702064	[mm]
			trazione nelle barre secondarie	Fwd	1253.904332	[Kn]
			armatura secondaria	As	3204.422181	[mm2]
			armatura minima 0.25As	Amin	785	
			diametro ferri secondari	Φ	20	[mm]
			passo armature direzione b	s	20	[cm]
			numero di strati di barre	nst	1	
			numeri ferri predisposti in b	n	10	
			areare ferri resistenti	Ares	3140	[mm2]
			coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.570690764	
	verifica nodo 2 CCT (sotto la piastra)		area piastra di contatto	Aap	1440000	[mm2]
			tensione di compr. sotto la piastra	sc1	4.672094636	[Mpa] <b>Oke</b>

## 9.2 Verifica dei nodi

### Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	6727.816275	[Kn]	
		biella comprella orizzontale	Fc2	782.2645171	[Kn]	
		biella compresaa inclinata	Fc3	6773.22185	[Kn]	
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	212.7404128	[mm]	
		tensione di compressione 5	s5	15.81226667	[Mpa]	Ok
		per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni				
		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3	794.9933857	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	214.1750289	[mm]	
		difetto di ortogonalità	c	67.88071529	[gradi]	
		tensione di compressione 4	s4	0.510616526	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3	s3	4.259923398	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3*	s3*	15.8123519	[Mpa]	OK



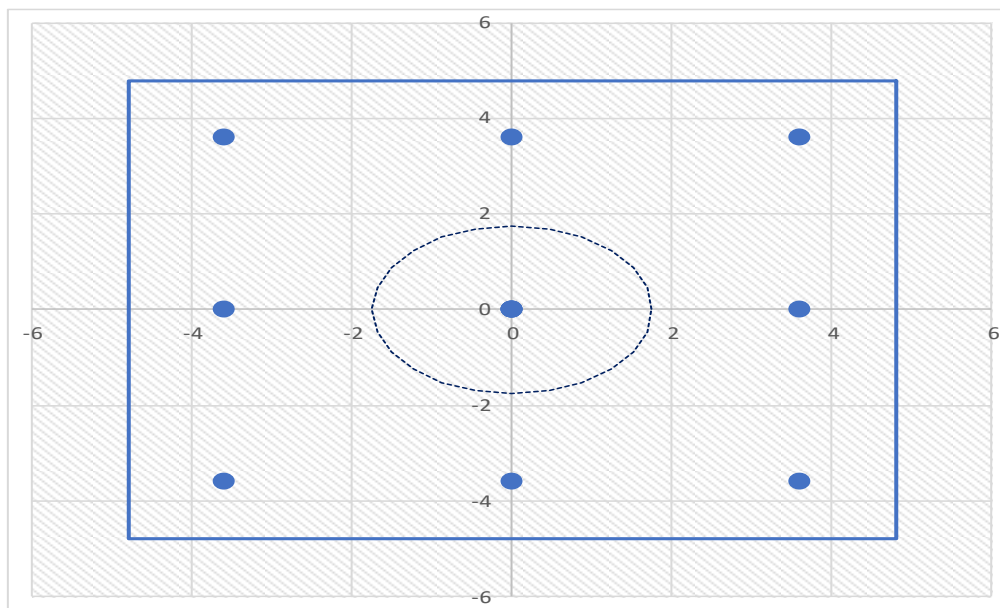
### Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	6727.816275	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	6773.22185	[Kn]	
		trazione barra	T	782.2645171	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	1200	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	1200	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	1212.762856	[mm]	
		lunghezza tirante	u	180	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	83.36445504	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	4.67	$\leq$	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	4.65	$\leq$	13.44 Ok

## 10. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	<b>9</b>	
diámetro pali	D	<b>1.2</b>	m
interasse pali	i	<b>3.6</b>	m
altezza plinto di fondazione	h	<b>2.5</b>	m
Check verifica			
sbalzo direzione trasversale	at	1.85	m
sbalzo direzione longitudinale	al	1.85	m
direzione trasversale	a/h	0.616667	<i>Plinto basso</i>
direzione longitudinale	a/h	0.616667	<i>Plinto basso</i>



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	5660.5	4004.9	6710.1
2	0	-3.6	3099.1	1382.2	-1323.0
3	3.6	3.6	7111.0	8139.8	8036.1
4	3.6	-3.6	4549.7	5517.1	3.1
5	-3.6	-3.6	1648.5	-2752.7	-2649.0
6	-3.6	3.6	4209.9	-129.9	5384.0
7	3.6	0	5830.4	6828.4	4019.6
8	-3.6	0	2929.2	-1441.3	1367.5
9	0	0	4379.8	2693.6	2693.6
	0	0	4379.8	2693.6	2693.6
	0	0	4379.8	2693.6	2693.6
	0	0	4379.8	2693.6	2693.6
	taglio combinato in		193.8944	525.8358	592.094
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	4175.0	4004.9	6710.1
2	0	-3.6	1552.3	1382.2	-1323.0
3	3.6	3.6	5501.1	8139.8	8036.1
4	3.6	-3.6	2878.4	5517.1	3.1
5	-3.6	-3.6	226.3	-2752.7	-2649.0
6	-3.6	3.6	2849.0	-129.9	5384.0
7	3.6	0	4189.7	6828.4	4019.6
8	-3.6	0	1537.6	-1441.3	1367.5
9	0	0	2863.7	2693.6	2693.6
	0	0	2863.7	2693.6	2693.6
	0	0	2863.7	2693.6	2693.6
	0	0	2863.7	2693.6	2693.6
	taglio combinato in		291.897	525.8358	592.094

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.

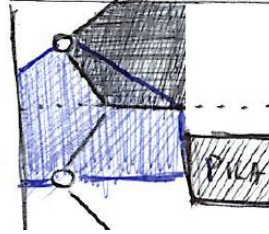


Figura 13 - mensola di riferimento

### 10.1 Dimensionamento armature

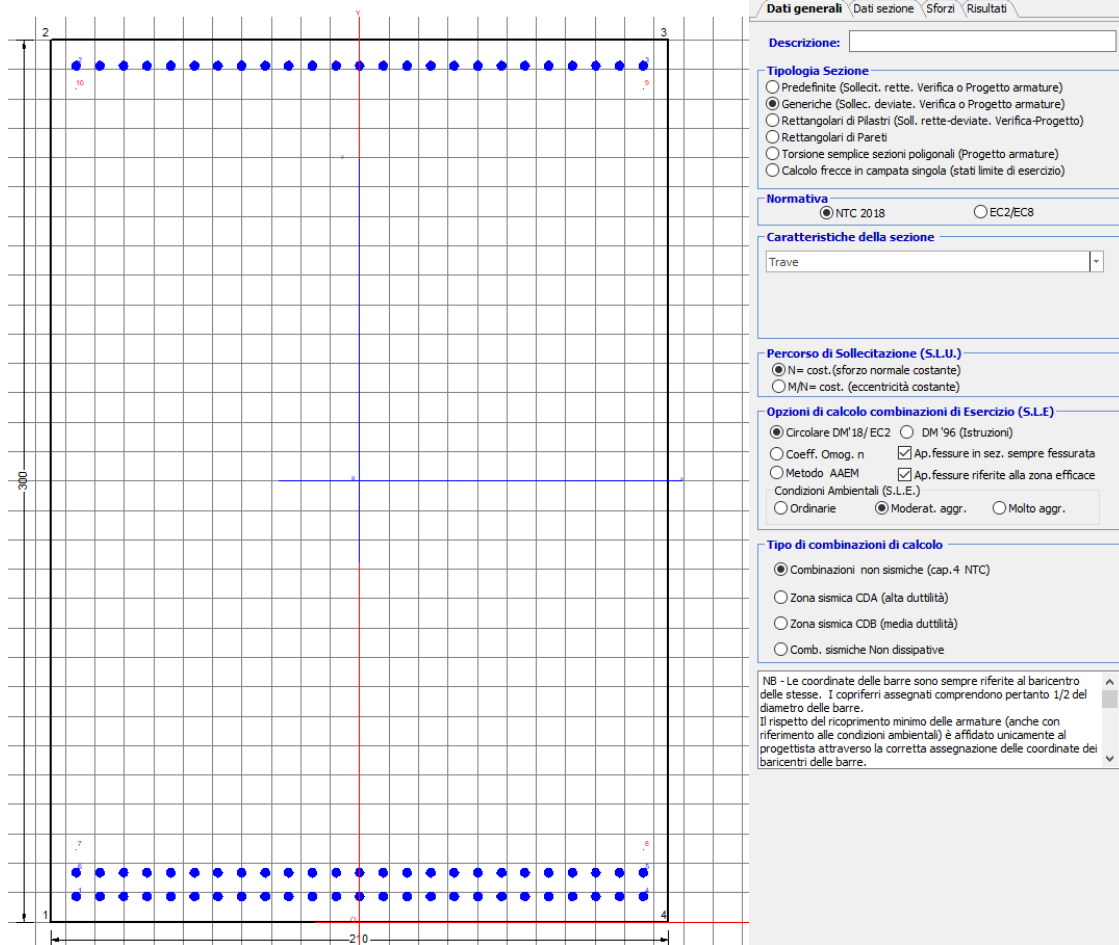
larghezza di riferimento della mensola equivalente	b	2.94	m
peso del plinto sulla larghezza equivalente	q1	211.95	Kn m
peso specifico del terreno di ricoprimento	y	19.00	kN/m <sup>3</sup>
altezza di ricoprimento	hrint	1.50	m
peso del terreno sulla larghezza equivalente	q2	83.90	Kn m
reazione del palo	R	7419.13	KN
lunghezza della mensola	L	3.34	m
momento positivo dato dal terreno e peso plinto	M+	2146.7	KN m
momento negativo dato dalla reazione del palo	M-	24788.6	kN m
	Med	22641.86	kN m
<b>dimensionamento della sezione</b>			
altezza della sezione	h	3.00	m
altezza utile	d	2.90	m
posizionamento dell'asse neutro	yc	0.58	m
resistenza caratteristica del calcestruzzo	fck	25.00	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo	fcd	14.17	MPa
forza di compressione allo stato limite ultimo	Fc=Fs	9759.4	KN
angolo di inclinazione risultante	$\alpha$	45.51	gradi
proiezione forza di trazione in trasversale	Tt	6839.1	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	Tl	6962.2	KN

<b>proiezione nelle due direzioni e definizione dell'armatura</b>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras	At	17478.0	mm <sup>2</sup>	
diametro armatura	Φ	26.00	mm	
passo armatura trasversale	p	10.00	cm	
numero di strati	ns	2.00		
lunghezza di collaborazione	L	2.06	m	
numero di ferri per strato	n	21.00		
area complessiva sulla lunghezza collaborante	Ares	22299.0	mm <sup>2</sup>	
	coef. Sicur	0.78		
area dell'armatura inferiore richiesta in long	Al	17792.53	mm <sup>2</sup>	
diametro armatura	Φ	26.00		
passo armatura longitudinale	p	10.00	cm	
numero di strati	ns	2.00		
lunghezza di collaborazione	L	2.10	m	
numero di ferri per strato	n	21.0		
area complessiva sulla lunghezza collaborante	Ares	22299.02	mm <sup>2</sup>	
	coef. Sicur	0.80		
tasso di lavoro armatura allo SLU	σ <sub>t</sub>	306.70	MPa	
tasso di lavoro armatura allo SLU	σ <sub>l</sub>	312.22	MPa	

## 10.2 Verifica a prsso-flessione

### 10.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: **fondazione X 210x300**

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

ACCIAIO -

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

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

**DATI BARRE ISOLATE**

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

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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



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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	16010.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	14799.00	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	11392.00	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	11065.00 (11009.93)	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	5547.00 (11009.93)	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	16010.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	2.39	353.4(90.5)
2	S	0.00	14799.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	2.59	353.4(90.5)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7
2	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700
2	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.70	105.0	300.0	-125.5	-56.2	8.7	6720	353.4

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.925	30.0	72	0.00043 (0.00038)	424	0.184 (990.00)	11009.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.59	105.0	300.0	-121.9	-96.3	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00064	0	0.925	30.0	72	0.00041 (0.00037)	424	0.176 (0.20)	11009.93	0.00

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

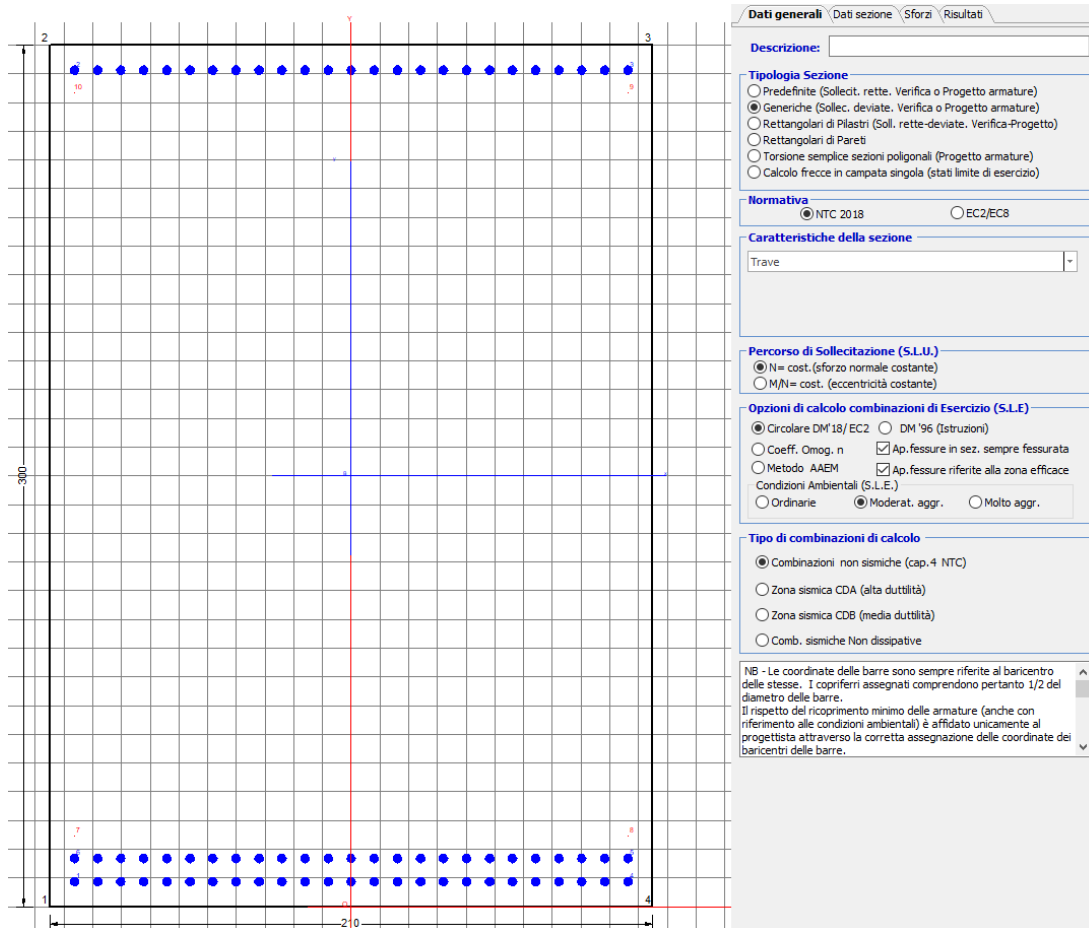
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.80	-105.0	300.0	-61.1	8.0	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00032	0	0.925	30.0	72	0.00018 (0.00018)	424	0.078 (0.20)	11009.93	0.00

### 10.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione Y 210x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

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

**DATI BARRE ISOLATE**

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

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	16010.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	14799.00	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	11392.00	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	11065.00 (11009.93)	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	5547.00 (11009.93)	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	16010.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	2.39	353.4(90.5)
2	S	0.00	14799.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	2.59	353.4(90.5)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7
2	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700
2	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.70	105.0	300.0	-125.5	-56.2	8.7	6720	353.4

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

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.925	30.0	72	0.00043 (0.00038)	424	0.184 (990.00)	11009.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.59	105.0	300.0	-121.9	-96.3	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00064	0	0.925	30.0	72	0.00041 (0.00037)	424	0.176 (0.20)	11009.93	0.00


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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.80	-105.0	300.0	-61.1	8.0	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00032	0	0.925	30.0	72	0.00018 (0.00018)	424	0.078 (0.20)	11009.93	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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

### 10.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	EC (1999) - BS 8110-97	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	33.6901	gradi
perimetro zona critica			u1	28.3686	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	4.515	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	4.70524	
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	18	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-110	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.11701	rad
superficie totale del tronco cono			S1	26.8835	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
valore di progetto del taglio			Ved	6435.85	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.91572	MPa
resistenza associata			vRd,max	2.83333	MPa
				0.32319	
<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			ql <sub>y</sub>	0.00407	
percentuale geometrica armatura fless. long			ql <sub>z</sub>	0.00407	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00575	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.33516	MPa
			vRd,c	0.57597	MPa
				0.5819	

 <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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

## 11. PALI DI FONDAZIONE

### 11.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

### 11.2 Verifica strutturale

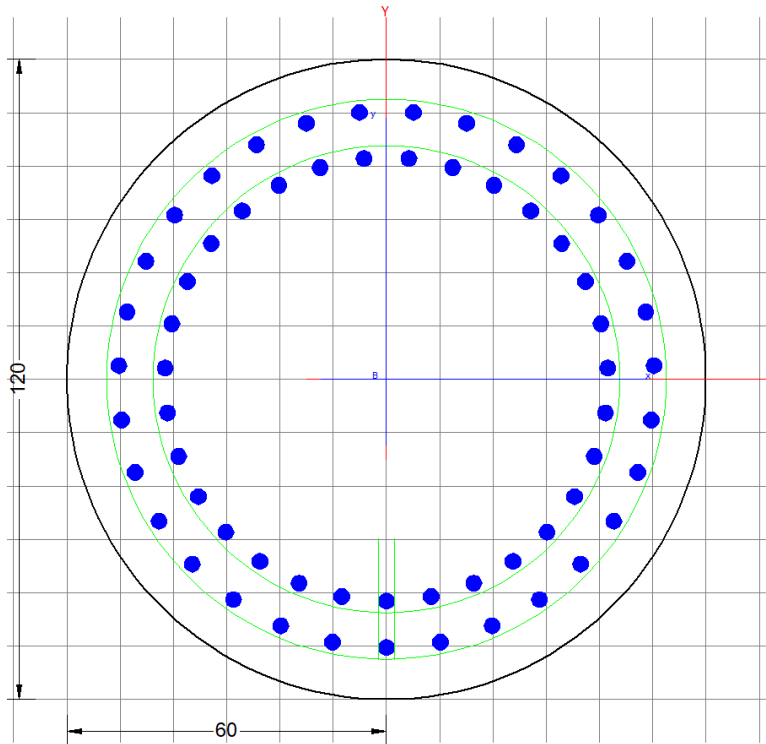
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>39418</b>	1684	1605	27662	31333	
E_103x_SLV_q=1.36_63	24242	5275	1695	64570	21686	
E_103y_SLV_q=1.36_64	24242	2349	4297	21669	66125	
E_103x_SLV_q=1.36_63	24242	5275	1695	<b>64570</b>	21686	
E_103y_SLV_q=1.36_64	24242	2349	4297	21669	<b>66125</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	5660.46	5682.89	3696.76
2	0	-3.6	3099.13	-295.78	1690.35
3	3.6	3.6	7111.04	6686.87	6758.09
4	3.6	-3.6	4549.72	708.205	4751.68
5	-3.6	-3.6	1648.55	-1299.8	-1371
6	-3.6	3.6	4209.87	4678.91	635.429
7	3.6	0	5830.38	3697.54	5754.89
8	-3.6	0	2929.21	1689.58	-367.77
9	0	0	4379.79	2693.56	2693.56
taglio equivalente			258.526	615.589	544.122
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.03
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	7111	187	178	561	535
combo2	6687	586	188	1758	565
combo3	6758	261	477	783	1432
combo4	-1371	261	477	783	1432



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

Descrizione:

**Tipologia Sezione**

Predefinite (Sollecit. rette. Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)

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

Rettangolari di Pareti

Torsione sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in compata singola (stati limite di esercizio)

**Normativa**

NTC 2018  EC2/EC8

**Caratteristiche della sezione**

Pilastro

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

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

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

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

Metodo AAEM  Ap.fessure riferite alla zona efficace

**Condizioni Ambientali (S.L.E.)**

Ordinarie  Moderat. aggr.  Molto aggr.

**Tipo di combinazioni di calcolo**

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CDB (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

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

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

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

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

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

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	50.3	31	30
2	0.0	0.0	41.6	31	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	7419.13	451.86	790.06	0.00	0.00
2	713.91	279.13	364.86	0.00	0.00
3	7111.04	561.41	535.11	0.00	0.00
4	7419.13	451.86	790.06	0.00	0.00
5	7111.04	561.41	535.11	0.00	0.00
6	7419.13	451.86	790.06	0.00	0.00
7	6758.09	782.85	1432.40	0.00	0.00
8	-1370.98	782.85	1432.40	0.00	0.00
9	6686.87	1758.25	564.88	0.00	0.00
10	6758.09	782.85	1432.40	0.00	0.00
11	6686.87	1758.25	564.88	0.00	0.00
12	6758.09	782.85	1432.40	0.00	0.00
13	0.00	5787.00	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	5177.52	311.51	517.63
2	671.42	311.51	504.76
3	4969.26	387.10	342.54
4	5177.52	311.51	517.63
5	4969.26	387.10	342.54
6	5177.52	311.51	517.63
7	5316.01	406.73	731.65
8	-27.33	406.73	731.65
9	4759.45	929.66	316.39
10	4678.87	406.73	731.65
11	4759.45	1095.89	316.39
12	4678.87	406.73	783.43

**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	5177.52	311.51 (0.00)	517.63 (0.00)
2	671.42	311.51 (470.21)	504.76 (761.92)
3	5177.52	311.51 (0.00)	517.63 (0.00)
4	5177.52	311.51 (0.00)	517.63 (0.00)
5	5177.52	311.51 (0.00)	517.63 (0.00)
6	5177.52	311.51 (0.00)	517.63 (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	2842.13	0.70 (0.00)	83.85 (0.00)
2	2399.16	0.70 (0.00)	83.85 (0.00)
3	2842.13	0.70 (0.00)	83.85 (0.00)
4	2842.13	0.70 (0.00)	83.85 (0.00)
5	2842.13	0.70 (0.00)	83.85 (0.00)
6	2842.13	0.70 (0.00)	83.85 (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: 5.4 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	7419.13	451.86	790.06	7419.10	3150.29	5514.28	6.98	438.3(33.9)
2	S	713.91	279.13	364.86	713.91	3673.37	4800.26	13.16	438.3(33.9)
3	S	7111.04	561.41	535.11	7111.16	4611.60	4390.20	8.21	438.3(33.9)
4	S	7419.13	451.86	790.06	7419.10	3150.29	5514.28	6.98	438.3(33.9)
5	S	7111.04	561.41	535.11	7111.16	4611.60	4390.20	8.21	438.3(33.9)
6	S	7419.13	451.86	790.06	7419.10	3150.29	5514.28	6.98	438.3(33.9)
7	S	6758.09	782.85	1432.40	6757.88	3055.55	5602.80	3.91	438.3(33.9)
8	S	-1370.98	782.85	1432.40	-1371.09	2737.06	4985.11	3.48	438.3(33.9)
9	S	6686.87	1758.25	564.88	6687.07	6076.60	1951.23	3.46	438.3(33.9)
10	S	6758.09	782.85	1432.40	6757.88	3055.55	5602.80	3.91	438.3(33.9)
11	S	6686.87	1758.25	564.88	6687.07	6076.60	1951.23	3.46	438.3(33.9)
12	S	6758.09	782.85	1432.40	6757.88	3055.55	5602.80	3.91	438.3(33.9)
13	S	0.00	5787.00	0.00	0.00	5931.10	0.00	1.02	438.3(33.9)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	52.1	0.5	0.00296	45.2	22.2	-0.00261	-42.7	-26.6
2	0.00350	47.7	0.5	0.00277	39.8	30.8	-0.00480	-42.7	-26.6
3	0.00350	41.4	0.5	0.00295	32.8	38.2	-0.00268	-36.5	-34.7
4	0.00350	52.1	0.5	0.00296	45.2	22.2	-0.00261	-42.7	-26.6
5	0.00350	41.4	0.5	0.00295	32.8	38.2	-0.00268	-36.5	-34.7
6	0.00350	52.1	0.5	0.00296	45.2	22.2	-0.00261	-42.7	-26.6
7	0.00350	52.6	29.2	0.00295	45.2	22.2	-0.00276	-42.7	-26.6
8	0.00350	52.6	29.2	0.00267	45.2	22.2	-0.00586	-42.7	-26.6
9	0.00350	18.4	56.8	0.00295	15.1	48.0	-0.00277	-19.8	-46.2
10	0.00350	52.6	29.2	0.00295	45.2	22.2	-0.00276	-42.7	-26.6
11	0.00350	18.4	57.6	0.00295	15.1	48.0	-0.00277	-19.8	-46.2
12	0.00350	52.6	27.6	0.00295	45.2	22.2	-0.00276	-42.7	-26.6
13	0.00350	0.0	60.0	0.00272	5.1	50.0	-0.00516	0.0	-50.3

**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	0.000048085	0.000027501	0.000176373	----	----
2	0.000059867	0.000045800	-0.001022605	----	----
3	0.000038662	0.000040562	0.000137857	----	----
4	0.000048085	0.000027501	0.000176373	----	----
5	0.000038662	0.000040562	0.000137857	----	----
6	0.000048085	0.000027501	0.000176373	----	----
7	0.000049853	0.000027246	0.000091222	----	----
8	0.000074520	0.000040728	-0.001595427	----	----
9	0.000017425	0.000054236	0.000082000	----	----
10	0.000049853	0.000027246	0.000091222	----	----
11	0.000017425	0.000054236	0.000082000	----	----
12	0.000049853	0.000027246	0.000091222	----	----
13	0.000000000	0.000078499	-0.001209950	----	----

**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	5.00	51.4	0.0	16.9	-42.7	-26.6	----	----
2	S	2.93	51.1	0.0	-37.8	-42.7	-26.6	1258	70.7
3	S	4.58	39.8	0.0	19.1	-36.5	-34.7	----	----
4	S	5.00	51.4	0.0	16.9	-42.7	-26.6	----	----
5	S	4.58	39.8	0.0	19.1	-36.5	-34.7	----	----
6	S	5.00	51.4	0.0	16.9	-42.7	-26.6	----	----
7	S	5.90	52.4	0.0	7.9	-42.7	-26.6	----	----
8	S	3.84	52.4	0.0	-77.1	-42.7	-26.6	1638	91.9
9	S	6.12	19.3	0.0	-3.9	-19.8	-46.2	427	14.1
10	S	5.54	52.4	0.0	2.4	-42.7	-26.6	0	0.0
11	S	6.75	16.6	0.0	-12.8	-10.1	-49.3	493	14.1
12	S	5.71	53.3	0.0	0.3	-42.7	-26.6	0	0.0

**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	-0.00023	0	0.833	30.0	82	0.00011 (0.00011)	430	0.049 (990.00)	470.21	761.92
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	-0.00044	0	0.833	30.0	82	0.00023 (0.00023)	430	0.099 (990.00)	354.32	637.37
9	S	-0.00006	0	0.646	30.0	82	0.00001 (0.00001)	478	0.006 (990.00)	3098.43	1054.48
10	S	-0.00002	0	0.646	30.0	82	0.00001 (0.00001)	0	0.004 (990.00)	3390.88	6099.71
11	S	-0.00011	0	0.742	30.0	82	0.00004 (0.00004)	543	0.021 (990.00)	2122.04	612.65
12	S	-0.00004	0	0.742	30.0	82	0.00004 (0.00004)	0	0.004 (990.00)	2232.63	4300.41

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.00	51.4	0.0	16.9	-42.7	-26.6	---	---
2	S	2.93	51.1	0.0	-37.8	-42.7	-26.6	1258	70.7
3	S	5.00	51.4	0.0	16.9	-42.7	-26.6	---	---
4	S	5.00	51.4	0.0	16.9	-42.7	-26.6	---	---
5	S	5.00	51.4	0.0	16.9	-42.7	-26.6	---	---
6	S	5.00	51.4	0.0	16.9	-42.7	-26.6	---	---

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00023	0	0.833	30.0	82	0.00011 (0.00011)	430	0.049 (0.20)	470.21	761.92
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.88	60.0	0.0	20.2	-50.2	2.5	---	---
2	S	1.63	60.0	0.0	16.4	-50.2	2.5	---	---
3	S	1.88	60.0	0.0	20.2	-50.2	2.5	---	---
4	S	1.88	60.0	0.0	20.2	-50.2	2.5	---	---
5	S	1.88	60.0	0.0	20.2	-50.2	2.5	---	---
6	S	1.88	60.0	0.0	20.2	-50.2	2.5	---	---

**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>VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1005004</b>	REV. <b>B</b>

### 11.3 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	39418	1684	1605	27662	31333	
E_103x_SLV_q=1_66	24242	<b>6787</b>	2102	86757	28642	
E_103y_SLV_q=1_67	24242	2802	<b>5654</b>	28325	89313	
E_103x_SLV_q=1_66	24242	6787	2102	86757	28642	
E_103y_SLV_q=1_67	24242	2802	5654	28325	89313	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	6787	2802
sollecitazione massima direzione y	Ty	2102	5654
vettore complessivo, singolo palo	T	789	701

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	2839	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	977	kN
taglio resisistente	V <sub>r</sub>	977	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	789	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.81	

## 12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	165 kg/mc
Plinto di fondazione	130 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 195 kg/mc