

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

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

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 3)**

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

*Relazione di calcolo Pile - P1*

SCALA:

-

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

**RS3T    30    D    09    CL    VI1505    002    B**

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

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

File: RS3T30D09CLVI1505002B

n. Elab.: 09\_371\_1

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
1.1 Descrizione dell'opera.....	3
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	8
3. MATERIALI .....	8
3.1 Verifiche SLE.....	9
3.1.1 <i>Verifiche tensionali</i> .....	9
3.1.2 <i>Verifiche a fessurazione</i> .....	10
4. DATI DI BASE .....	11
4.1 Geometrie di base.....	11
4.2 Modelli di analisi e verifica .....	13
4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	13
4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	18
5. ANALISI DEI CARICHI .....	19
5.1 Peso proprio elementi strutturali.....	19
5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	20
5.3 Carichi da traffico verticali .....	20
5.4 Effetti dinamici .....	22
5.5 Disposizione treni di carico.....	22
5.6 Carichi da traffico orizzontali .....	26
5.6.1 <i>Forza centrifuga</i> .....	26
5.6.2 <i>Serpeggio</i> .....	28
5.6.3 <i>Frenatura ed avviamento</i> .....	29
5.6.4 <i>Forza d'attrito</i> .....	30
5.6.5 <i>Azione del Vento</i> .....	30
5.7 Azione Sismica .....	33
5.7.1 <i>Inquadramento Sismico</i> .....	34
5.7.2 <i>Definizione della domanda sismica</i> .....	35
5.7.3 <i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	40
5.7.4 <i>Check analisi statica</i> .....	41
5.7.5 <i>Analisi statica equivalente</i> .....	42
5.7.6 <i>Analisi dinamica modale</i> .....	43
5.8 Azione Idrostatica.....	44
6. SOLLECITAZIONI.....	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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

6.1.2	Configurazione2 .....	51
6.1.1	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.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	87
9.1	Dimensionamento armature .....	89
9.2	Verifica a presso-flessione .....	91
9.2.1	Direzione trasversale.....	91
9.2.2	Direzione longitudinale.....	96
9.3	Verifica a punzonamento .....	101
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	102
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	102
10.2	Verifica strutturale .....	102
10.3	Verifica a taglio .....	111
11.	INCIDENZE .....	112

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle Pile del viadotto ferroviario VI15 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 1 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 15.80m, con variazione di luce 25-40m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

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

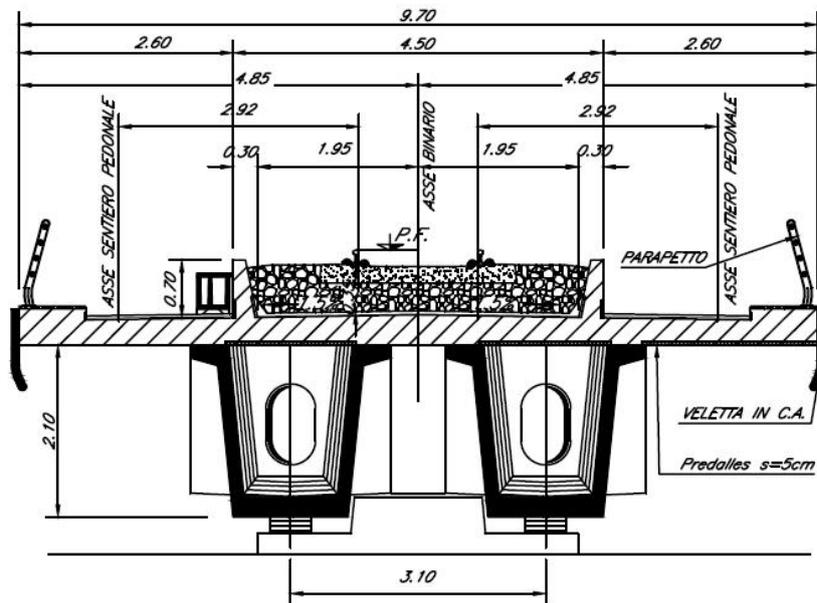
Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 4.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 3.30m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

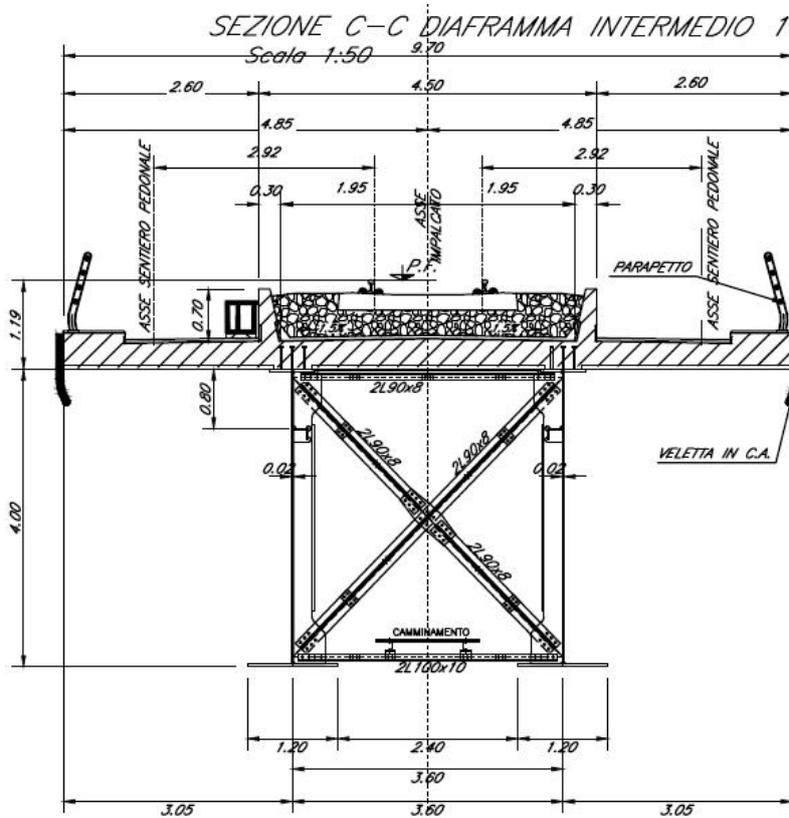
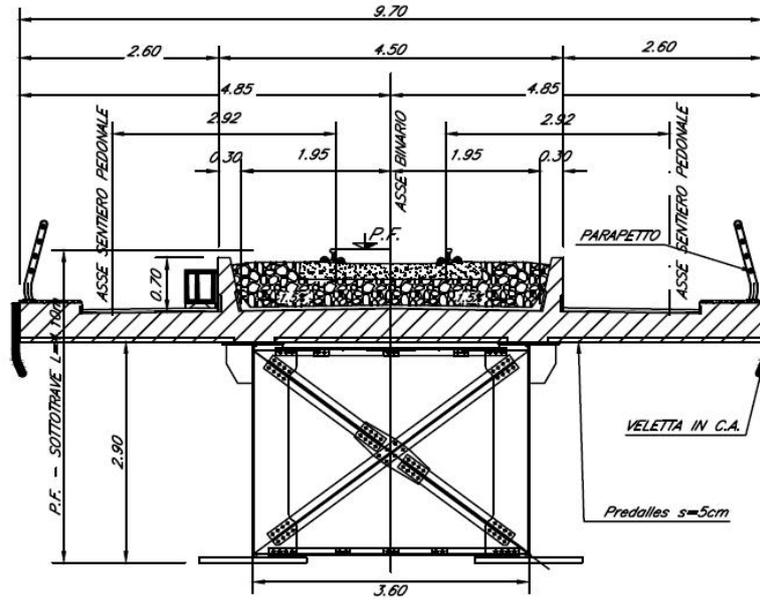
Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 9.6x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 9 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi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

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



Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx





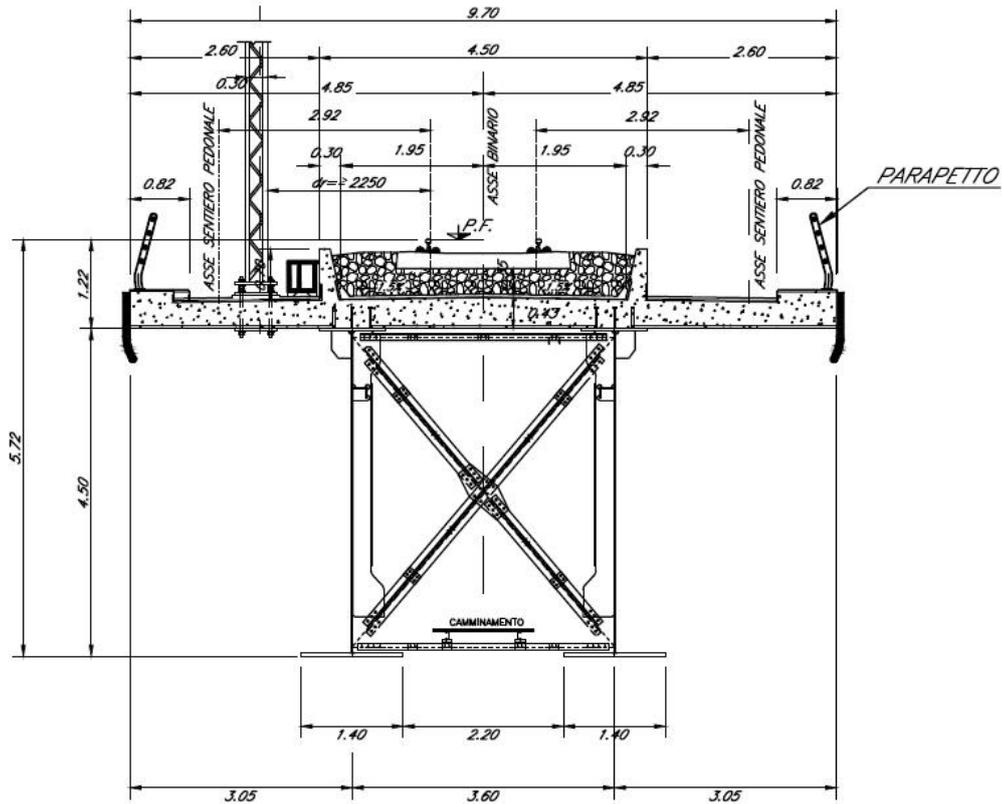


Figura 2: sezione trasversale impalcato

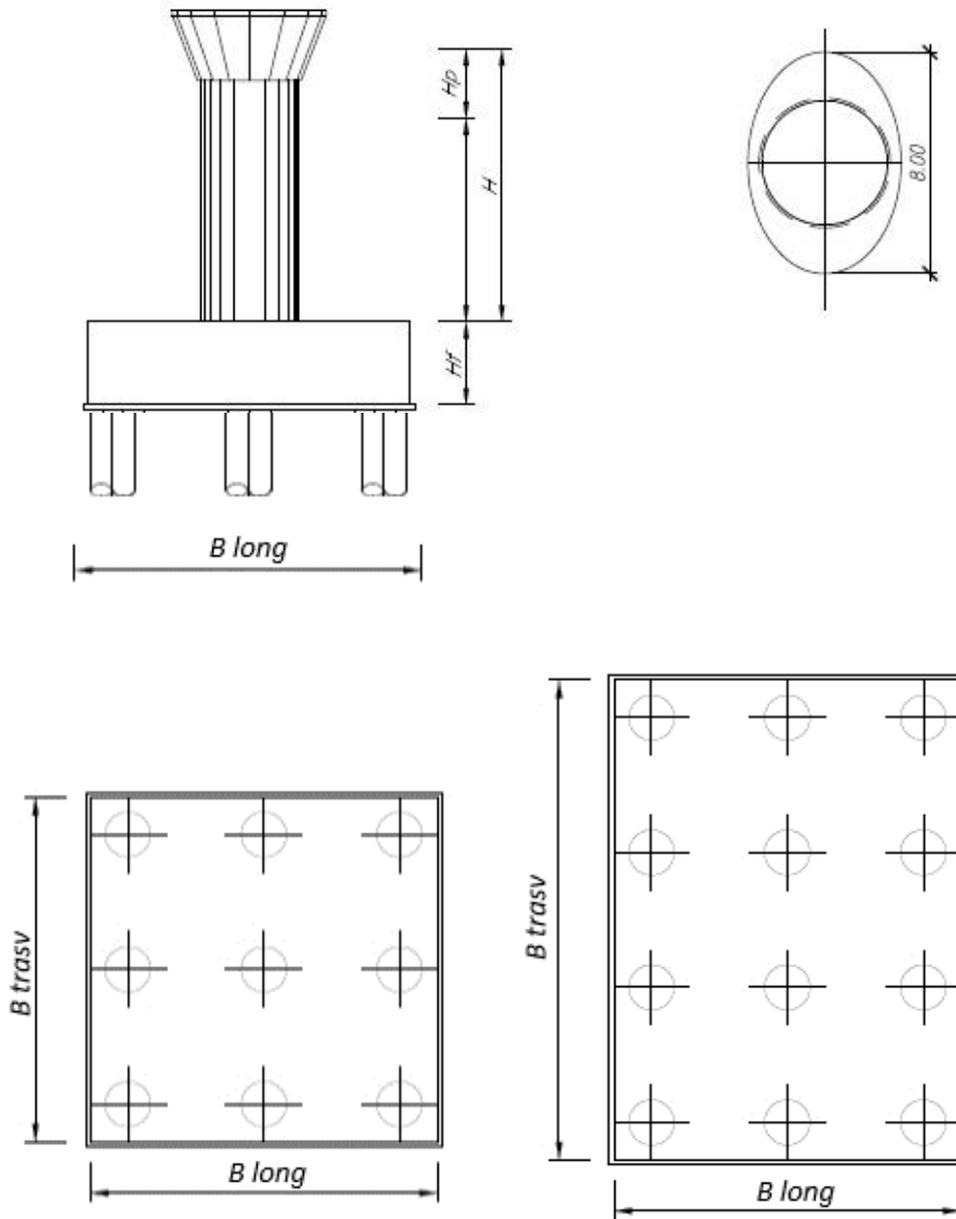


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

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

## 3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

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

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</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 4.5m, una altezza complessiva di 15.80m. 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	15.8	m
tipologia di sezione					<b>circolare</b>	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	2.25	m
area della sezione				A	15.904	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	20.129	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	20.129	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	5487	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	2552	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	76.3	m <sup>3</sup>
peso di vulume del terreno				y	19	kN/3
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</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>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2) (3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0

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

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

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

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

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

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr4_centrif_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr4+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	1

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

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

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

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

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

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

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

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



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## 5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato

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

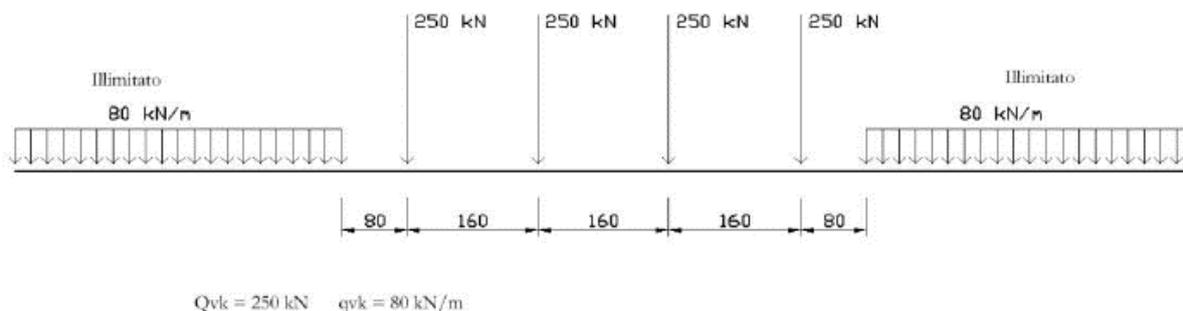
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4514	557
scarichi estradosso Pila - G2	3879	954
scarichi estradosso Fondazione - G1	12193	557
scarichi estradotto Fondazione - G2	3879	954
scarichi sui Pali - G1	21278	557
scarichi sui Pali - G2	3879	954

## 5.3 Carichi da traffico verticali

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

### ➤ *Modello di carico LM71*

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



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

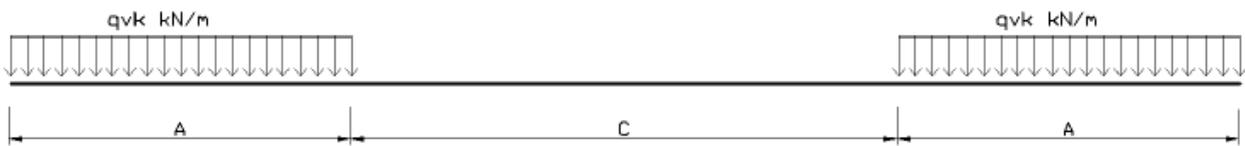
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.4 Effetti dinamici

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

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

#### 5.5 Disposizione treni di carico

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

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

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

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	4479	619	448
COMBO ML	3042	3651	304
COMBO MT	4479	619	448

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

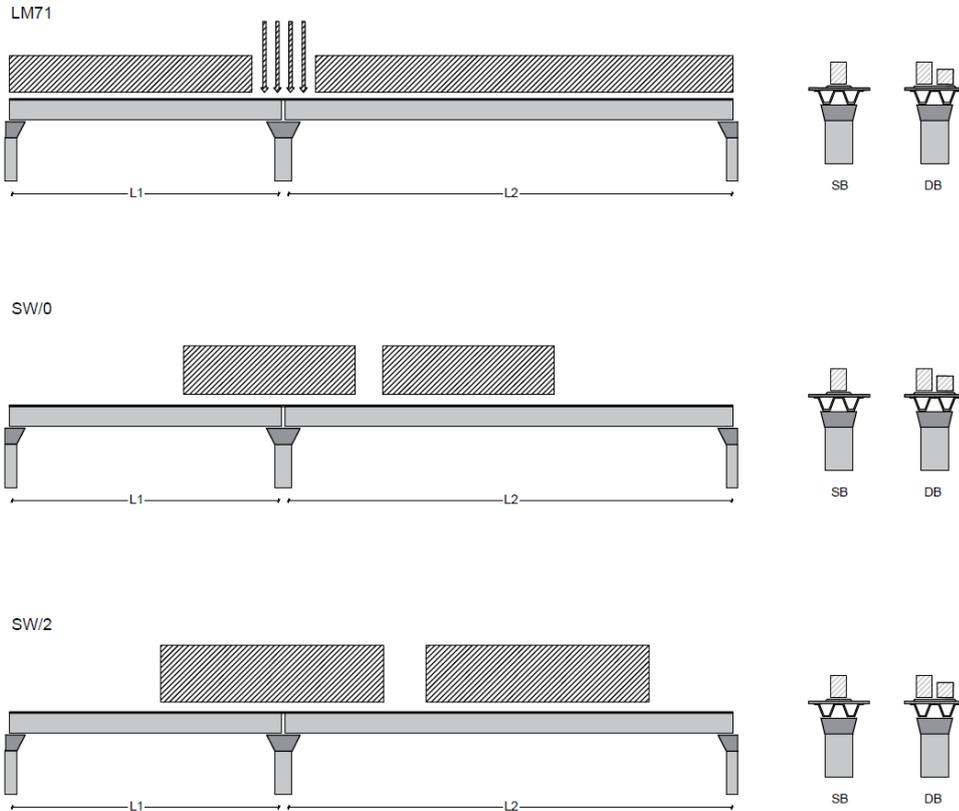


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

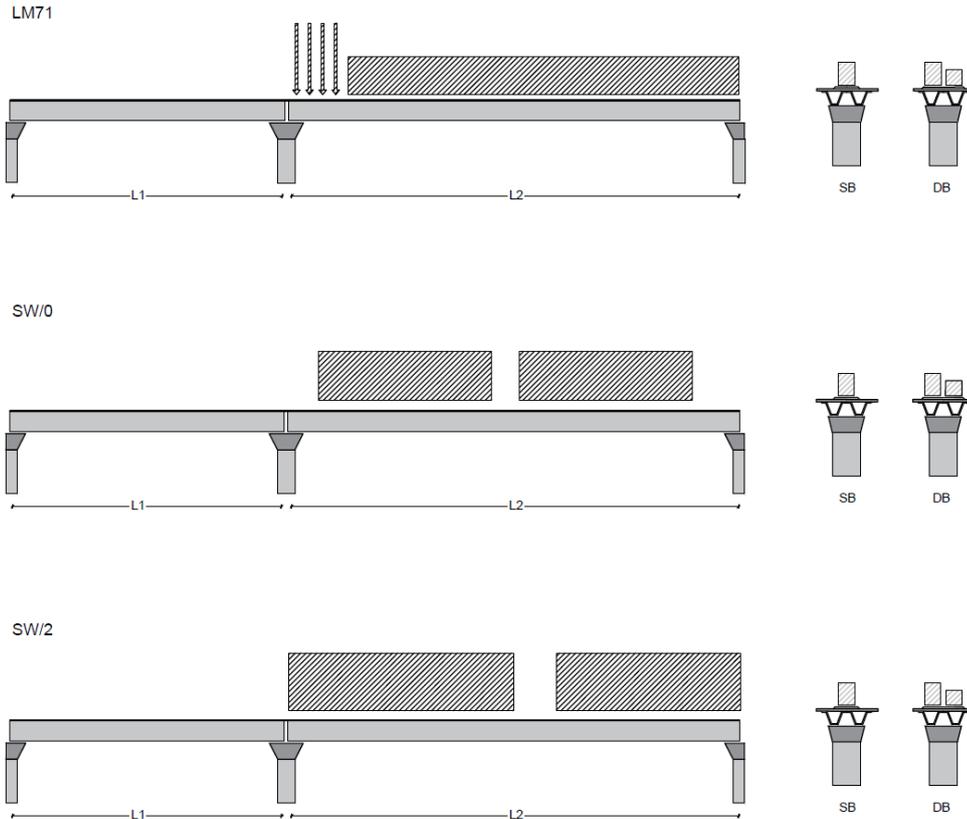


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

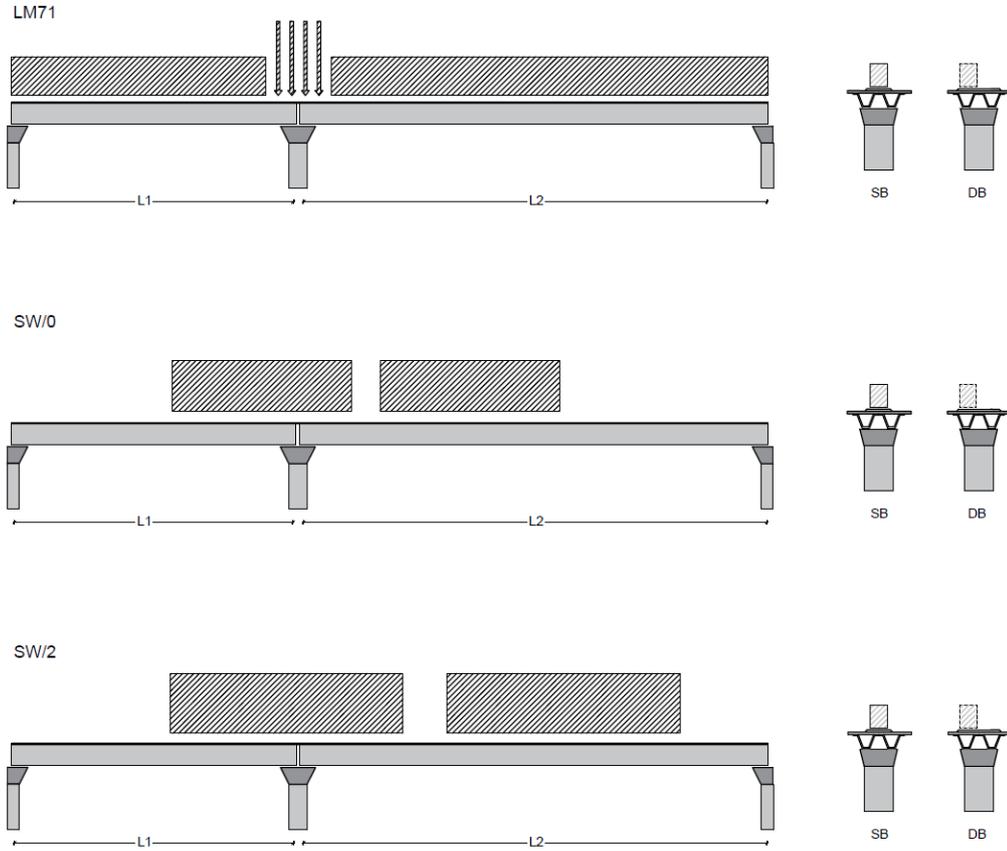


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	10000000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
<b>LM71 e SW/0</b>							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, $\alpha$ , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
<b>LM71 caso a</b>							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	<b>0.0</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>0.0</b>	kN/m
<b>LM71 caso b</b>							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	300.5	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	96.2	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	0.0	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.0	kN/m
<b>SW/2</b>						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di $\alpha$ pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	180.32	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.00	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	0.0014198	0	0.00142	0.045648	0.25746

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.2 Serpeggio

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.6.4 Forza d'attrito

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

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		h	0.45	m
lunghezza del binario		L	40	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>4514</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>3879</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>5951</b>	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	<b>0.04</b>	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	<b>305.2</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>137.3</b>	kN/m

#### 5.6.5 Azione del Vento

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

velocità di base di riferimento slm	Vbo	<b>28</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>500</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>282</b>	m
parametro adimensionale	ks	<b>0.36</b>	
coefficiente di altitudine	ca	1	
velocità di base di riferimento	Vb	28	m/s

	tempo di ritorno azione del vento	Tr	112.5	anni
	coefficiente di ritorno	cr	1.04562	
	velocità di riferimento	Vr	29.2775	m/s
	tab. 3.3.I	Zona	4	
	tab.3.3.II	Categoria	II	
	tab. 3.3.III	Classe rug	D	
	fattore di terreno	Kr	0.19	
	lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
	altezza minima	zmin	4	m
<b>VENTO SULL'IMPALCATO</b>				
ponte carico				
	altezza pila	z1	15.8	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	16.25	m
	altezza di riferimento	z	20.64	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.83	
	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	1516.96	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	3.78	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.78	m
		d/h	1.10478	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09618	
	forza trasversale	fx	27.9	
	forza equivalente in testa pila	Fx	897.6	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	4344.4	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.66	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.12009			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09197			
	forza trasversale	fx	27.5			
	forza equivalente in testa pila	Fx	667.8	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	3192.1	kn/m		
<b>VENTO SULLA PILA</b>						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	15.8	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.65042			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1516.96	n/m2		
			1.51696	Kpa		
	tipologia di sezione		circolare			
	larghezza trasversale pila	b	0	m		
	larghezza longitudinale pila	d	0	m		
	raggio della sezione	R	2.25	m		
	rapporto geometrico	b/d	0.1			
	rapporto geometrico	r/b	0.1			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75			
	viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	1.2E+07			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00044			

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90554	
	rapporto geometrico	l/b	3.51111	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.51111	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65187	
	forza trasversale	f tras	<b>0.9</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>14.1</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>9.5</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	2.25	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90554	
	rapporto geometrico	l/b	3.51111	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.51111	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65187	
	forza longitudinale	f lon	0.89545	
	forza equivalente in testa pila	F lon	14.1482	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	9.48	m

## 5.7 Azione Sismica

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

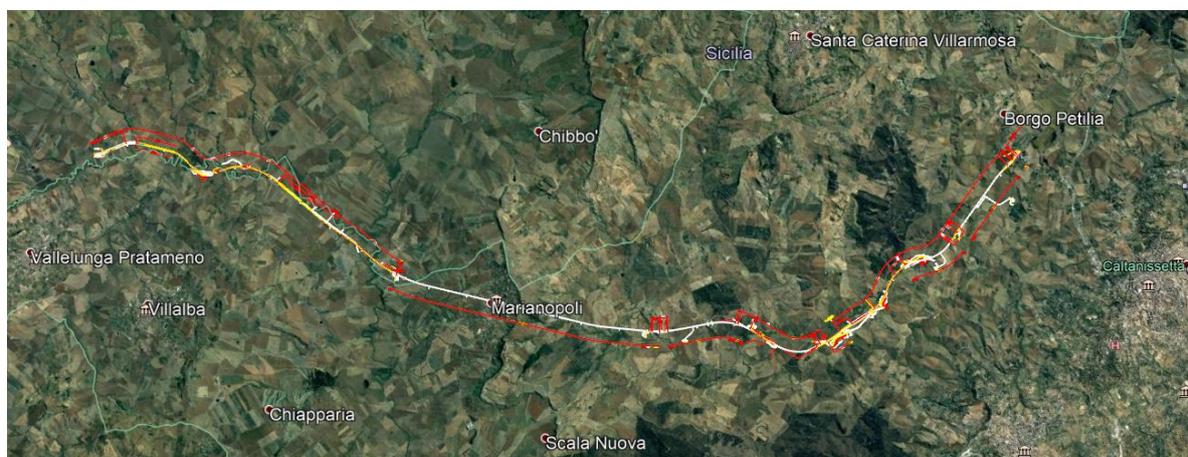


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

---

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

---

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta →

Variabilità dei parametri →

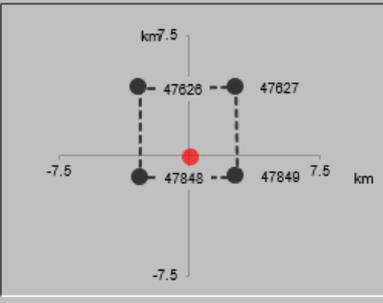
---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri →

---

**Nodi del reticolo intorno al sito**



**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione



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

---

INTRO

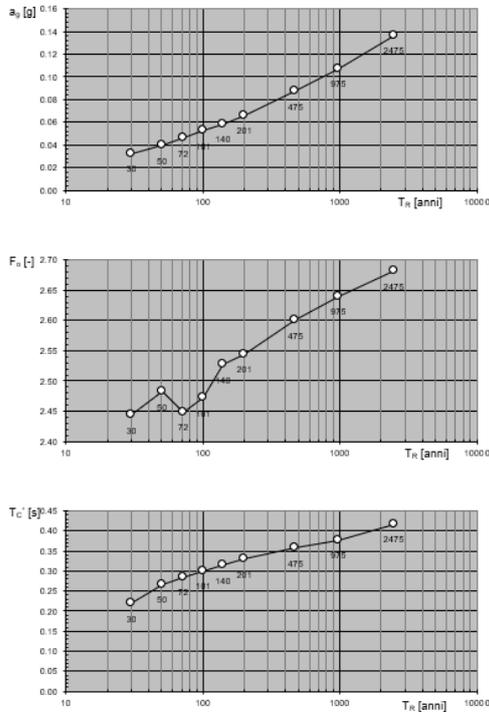
**FASE 1**

FASE 2

FASE 3

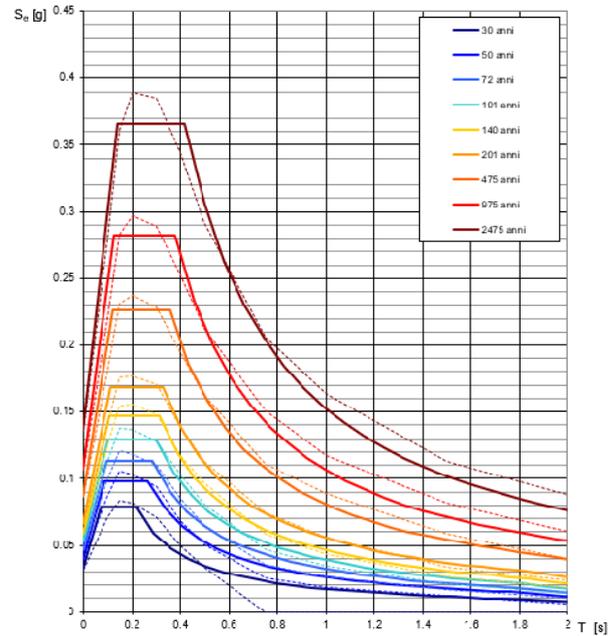
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

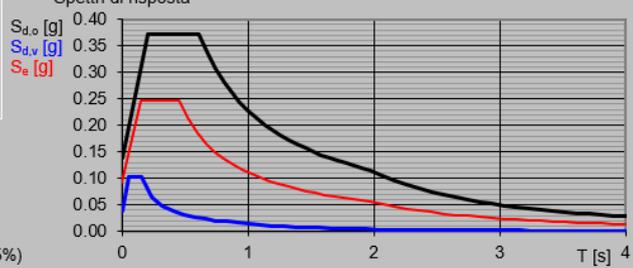
**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo **C** info  $S_s = 1.500$   $C_c = 1.368$  info  
 Categoria topografica **T1** info  $h/H = 0.000$   $S_r = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

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

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

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

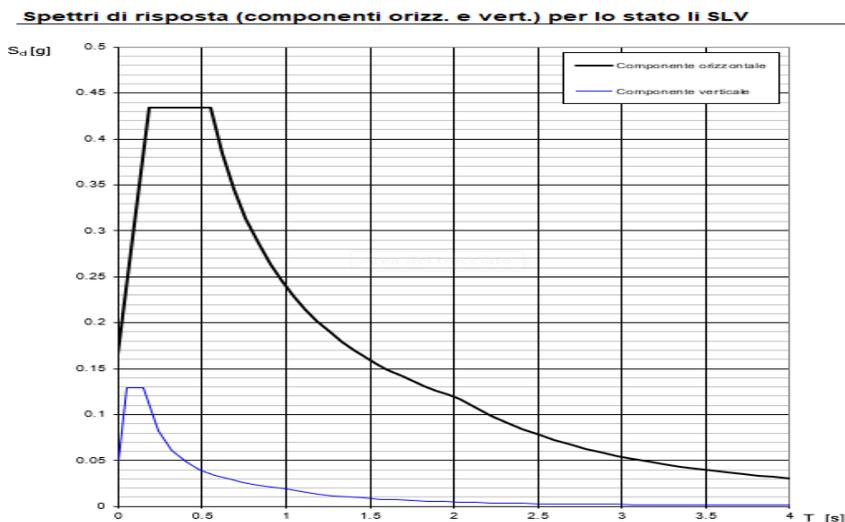
**Spettri di risposta**



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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

**Parametri indipendenti**

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

**Parametri dipendenti**

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

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_c(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.139
$T_B \leftarrow$	0.204	0.371
$T_C \leftarrow$	0.613	0.371
	0.678	0.336
	0.742	0.307
	0.807	0.282
	0.872	0.261
	0.936	0.243
	1.001	0.227
	1.066	0.214
	1.130	0.201
	1.195	0.191
	1.259	0.181
	1.324	0.172
	1.389	0.164
	1.453	0.157
	1.518	0.150
	1.583	0.144
	1.647	0.138
	1.712	0.133
	1.776	0.128
	1.841	0.124
	1.906	0.119
$T_D \leftarrow$	1.970	0.116
	2.067	0.105
	2.164	0.096
	2.260	0.088
	2.357	0.081
	2.454	0.075
	2.550	0.069
	2.647	0.064
	2.744	0.060
	2.840	0.056
	2.937	0.052
	3.033	0.049
	3.130	0.046
	3.227	0.043
	3.323	0.041
	3.420	0.038
	3.517	0.036
	3.613	0.034
	3.710	0.033
	3.807	0.031
	3.903	0.029
	4.000	0.028

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

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</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.

5.7.4 *Check analisi statica*

<b>Direzione Longitudinale</b>					
massa treno per direzione long			Com Nmax	6085	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1217	kN
				0	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	10869	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	2174	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	5487	kN
massa efficace pila			Mpe	4021	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	14890	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -1847.2 KN</b>	
<b>Direzione Trasversale</b>					
massa treno per direzione long			Com Mmax	4479	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	896	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	8393	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	9288	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	5487	kN
massa efficace pila			Mpe	4021	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasn			Mtot tras	13309	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -2163.3 KN</b>	
<b>Direzione Verticale</b>					
massa treno per direzione long			Com Mmax	4479	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	896	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	8393	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	9288	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	5487	kN
massa efficace pila			Mpe	4021	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	13309	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -2163.3 KN</b>	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

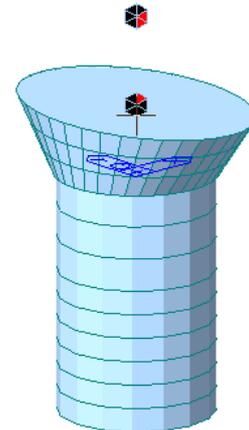
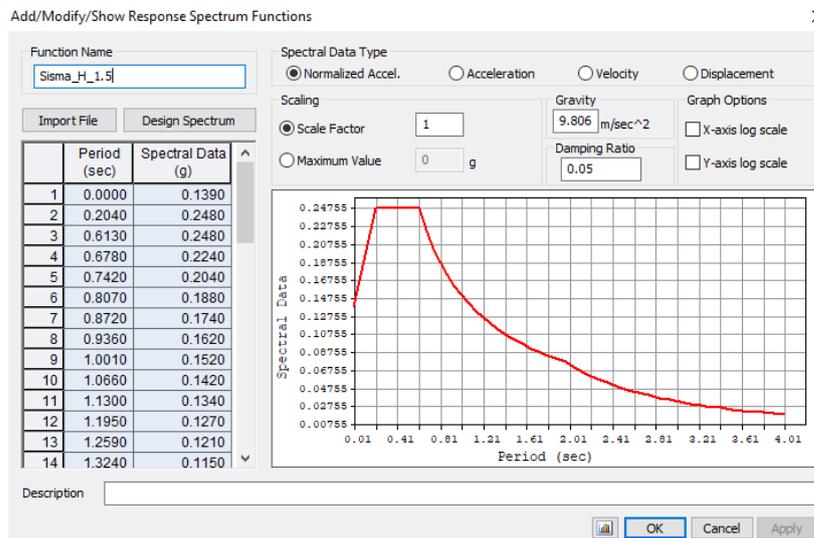
### 5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	15.90	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	20.13	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	20.13	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila		E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	15.80	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>	16.25	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	1.6E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	2.6E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	2.8E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.65	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.49	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	0.25	0.25	0.37	0.14	g
accelerazione componente longitudinale	0.25	0.25	0.37	0.17	g
accelerazione componente verticale	0.10	0.10	0.10	0.10	g
Sforzo assiale	1494	1494	1494	1483	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3838	4222	5758	2152	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	4230	4653	6344	2976	kN
Momento flessionale trasversale	73081	80389	109622	40966	kN m
Momento flessionale longitudinale	68966	75839	103331	48595	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	1444.9	3154.22	3649.94	53112.84	53524.67
SISMA q=1	1444.9	4713.19	5456.46	79450.2	80068.2
SISMA sld	481.65	2211.57	2559.76	37263.38	37552.75

Si procede con tali sollecitazioni.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## 5.8 Azione Idrostatica

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

### 6.3.14 Escavazioni localizzate viadotto VI15

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

Tabella 19: Viadotto VI15, massima profondità di escavazione

Secondo quanto riportato nella relazione idraulica di riferimento, la pila in esame non presenta uno scalzamento tale da scoprire il plinto di fondazione. Tale azione risulta quindi non dimensionante, per tale motivo non implementata nelle verifiche.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## 6. SOLLECITAZIONI

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

### 6.1 Combinazioni di carico

#### 6.1.1 Configurazione 1

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA</b>						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	18405.9	837.375	319.612	3457.16	793.555	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	12352.8	0	101.702	2315.38	46.1092	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	18405.9	1674.75	319.579	3833.98	793.369	
A1_SLU_gr4_centrif_4	17107.1	1339.8	272.843	3503.81	642.563	
A1_SLU_gr1+vento_5	18405.9	850.108	933.377	3457.16	3666.49	
A1_SLU_gr2+vento_6	12352.8	12.7334	715.467	2315.38	2919.04	
A1_SLU_gr3+vento_7	18405.9	1687.48	933.344	3833.98	3666.3	
A1_SLU_gr4+vento_8	17107.1	1352.53	886.608	3503.81	3515.5	
A1_SLU_vento_gr1_9	17107.1	691.122	1241.23	3202.36	5406.24	
A1_SLU_vento_gr2_10	12264.7	21.2223	1101.76	2288.93	4823.97	
A1_SLU_vento_gr3_11	17107.1	1361.02	1241.2	3503.81	5406.09	
A1_SLU_vento_gr4_12	17107.1	1361.02	1295.79	3503.81	5430.79	
SLE_rar_gr1_Treno_14	12871.3	577.5	164.708	2389.75	522.208	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	8696.74	0	64.5193	1602.32	29.2706	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	12871.3	1155	164.685	2649.63	522.08	
SLE_rar_gr4_centrif_17	11975.6	924	143.202	2421.93	422.913	
SLE_rar_gr1+vento_18	12871.3	585.989	573.885	2389.75	2437.5	
SLE_rar_gr2+vento_19	8696.74	8.4889	473.696	1602.32	1944.56	
SLE_rar_gr3+vento_20	12871.3	1163.49	573.862	2649.63	2437.37	
SLE_rar_gr4+vento_21	11975.6	932.489	552.379	2421.93	2338.2	
SLE_rar_vento_gr1_22	11975.6	476.148	796.531	2214.03	3602.18	
SLE_rar_vento_gr2_23	8635.94	14.1482	732.41	1584.08	3215.04	
SLE_rar_vento_gr3_24	11975.6	938.148	796.512	2421.93	3602.07	
SLE_rar_vento_gr4_25	11975.6	938.148	825.164	2421.93	3615.06	

SLE_fre_gr1_Treno_27	11975.6	462	95.4801	2214.03	401.438
SLE_fre_gr2_Scarico_28	8635.94	0	42.0462	1584.08	19.1103
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	11975.6	924	95.4619	2421.93	401.335
SLE_fre_gr4_centrif_30	11975.6	924	119.341	2421.93	412.175
SLE_fre_gr1+vento_31	11975.6	464.83	231.872	2214.03	1039.87
SLE_fre_gr2+vento_32	8635.94	2.82963	178.439	1584.08	657.54
SLE_fre_gr3+vento_33	11975.6	926.83	231.854	2421.93	1039.76
SLE_fre_gr4+vento_34	11975.6	926.83	255.733	2421.93	1050.61
SLE_fre_vento_gr1_35	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52
SLE_fre_vento_gr2_36	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52
SLE_fre_vento_gr3_37	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52
SLE_fre_vento_gr4_38	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52
SLE_fre_gr1_temp39	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_fre_gr2_temp40	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_fre_gr3_temp41	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_fre_gr3_temp42	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_qp_gr1_Treno_44	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_45	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_47	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr2+vento_49	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr3+vento_50	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr4+vento_51	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr1_52	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr2_53	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr3_54	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr4_55	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr1_temp56	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp57	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp58	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp59	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_60	8826.21	3652.77	1130.31	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	8826.21	1097.81	3338.26	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	9837.64	1097.81	1130.31	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	8826.21	4017.76	1224.93	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	8826.21	1207.31	3653.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	9837.64	1207.31	1224.93	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	8826.21	5459.29	1598	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	8826.21	1639.77	4897.23	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	9837.64	1639.77	1598	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	8537.23	2562.59	847.511	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	8537.23	770.758	2395.61	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	8874.39	770.758	847.511	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	28772.5	837.375	319.612	16687.7	5843.42
A1_SLU_gr2_Scarico_2	22719.5	0	101.702	2315.38	1652.99
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	28772.5	1674.75	319.579	30295	5842.71
A1_SLU_gr4_centrif_4	27473.7	1339.8	272.843	24672.7	4953.48
A1_SLU_gr1+vento_5	28772.5	850.108	933.377	16888.9	18413.9
A1_SLU_gr2+vento_6	22719.5	12.7334	715.467	2516.57	14223.4
A1_SLU_gr3+vento_7	28772.5	1687.48	933.344	30496.2	18413.1
A1_SLU_gr4+vento_8	27473.7	1352.53	886.608	24873.8	17523.9
A1_SLU_vento_gr1_9	27473.7	691.122	1241.23	14122.1	25017.6
A1_SLU_vento_gr2_10	22631.3	21.2223	1101.76	2624.24	22231.9
A1_SLU_vento_gr3_11	27473.7	1361.02	1241.2	25008	25017.1
A1_SLU_vento_gr4_12	27473.7	1361.02	1295.79	25008	25904.2
SLE_rar_gr1_Treno_14	20550.3	577.5	164.708	11514.3	3124.59
SLE_rar_gr2_Scarico_15	16375.7	0	64.5193	1602.32	1048.68
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	20550.3	1155	164.685	20898.6	3124.11
SLE_rar_gr4_centrif_17	19654.5	924	143.202	17021.1	2685.5
SLE_rar_gr1+vento_18	20550.3	585.989	573.885	11648.4	11504.9
SLE_rar_gr2+vento_19	16375.7	8.4889	473.696	1736.44	9428.96
SLE_rar_gr3+vento_20	20550.3	1163.49	573.862	21032.8	11504.4
SLE_rar_gr4+vento_21	19654.5	932.489	552.379	17155.3	11065.8
SLE_rar_vento_gr1_22	19654.5	476.148	796.531	9737.17	16187.4
SLE_rar_vento_gr2_23	16314.9	14.1482	732.41	1807.62	14787.1
SLE_rar_vento_gr3_24	19654.5	938.148	796.512	17244.7	16187
SLE_rar_vento_gr4_25	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6
SLE_fre_gr1_Treno_27	19654.5	462	95.4801	9513.63	1910.02
SLE_fre_gr2_Scarico_28	16314.9	0	42.0462	1584.08	683.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	19654.5	924	95.4619	17021.1	1909.63
SLE_fre_gr4_centrif_30	19654.5	924	119.341	17021.1	2297.76
SLE_fre_gr1+vento_31	19654.5	464.83	231.872	9558.34	4703.45
SLE_fre_gr2+vento_32	16314.9	2.82963	178.439	1628.79	3476.87
SLE_fre_gr3+vento_33	19654.5	926.83	231.854	17065.8	4703.06
SLE_fre_gr4+vento_34	19654.5	926.83	255.733	17065.8	5091.19
SLE_fre_vento_gr1_35	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85

SLE_fre_vento_gr2_36	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85
SLE_fre_vento_gr3_37	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85
SLE_fre_vento_gr4_38	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85
SLE_fre_gr1_temp39	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_fre_gr2_temp40	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_fre_gr3_temp41	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_fre_gr3_temp42	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_qp_gr1_Treno_44	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr2_Scarico_45	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr4_centrif_47	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr1+vento_48	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr2+vento_49	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr3+vento_50	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr4+vento_51	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr1_52	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr2_53	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr3_54	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr4_55	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr1_temp56	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr2_temp57	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr3_temp58	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr3_temp59	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
E_103x_SLV_q=1.5_60	16505.2	3652.77	1130.31	55035.8	16593.7
E_103y_SLV_q=1.5_61	16505.2	1097.81	3338.26	17568.5	53772.7
E_103z_SLV_q=1.5_62	17516.6	1097.81	1130.31	17568.5	16593.7
E_103x_SLV_q=1.36_63	16505.2	4017.76	1224.93	60388.3	18187.1
E_103y_SLV_q=1.36_64	16505.2	1207.31	3653.68	19174.3	59084
E_103z_SLV_q=1.36_65	17516.6	1207.31	1224.93	19174.3	18187.1
E_103x_SLV_q=1_66	16505.2	5459.29	1598	81579.3	24494.9
E_103y_SLV_q=1_67	16505.2	1639.77	4897.23	25531.6	80110.1
E_103z_SLV_q=1_68	17516.6	1639.77	1598	25531.6	24494.9
E_103x_SLD_q=1_69	16216.2	2562.59	847.511	39063.9	11838.9
E_103y_SLD_q=1_70	16216.2	770.758	2395.61	12776.9	37923.3
E_103z_SLD_q=1_71	16553.4	770.758	847.511	12776.9	11838.9

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	41037.7	837.375	319.612	19199.8	6802.26
A1_SLU_gr2_Scarico_2	34984.6	0	101.702	2315.38	1958.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	41037.7	1674.75	319.579	35319.3	6801.45
A1_SLU_gr4_centrif_4	39738.9	1339.8	272.843	28692.1	5772.01
A1_SLU_gr1+vento_5	41037.7	850.108	933.377	19439.2	21214
A1_SLU_gr2+vento_6	34984.6	12.7334	715.467	2554.77	16369.8
A1_SLU_gr3+vento_7	41037.7	1687.48	933.344	35558.7	21213.2
A1_SLU_gr4+vento_8	39738.9	1352.53	886.608	28931.4	20183.7
A1_SLU_vento_gr1_9	39738.9	691.122	1241.23	16195.5	28741.3
A1_SLU_vento_gr2_10	34896.4	21.2223	1101.76	2687.91	25537.1
A1_SLU_vento_gr3_11	39738.9	1361.02	1241.2	29091	28740.7
A1_SLU_vento_gr4_12	39738.9	1361.02	1295.79	29091	29791.6
SLE_rar_gr1_Treno_14	29635.5	577.5	164.708	13246.8	3618.72
SLE_rar_gr2_Scarico_15	25461	0	64.5193	1602.32	1242.23
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	29635.5	1155	164.685	24363.6	3618.16
SLE_rar_gr4_centrif_17	28739.8	924	143.202	19793.1	3115.11
SLE_rar_gr1+vento_18	29635.5	585.989	573.885	13406.3	13226.5
SLE_rar_gr2+vento_19	25461	8.4889	473.696	1761.91	10850.1
SLE_rar_gr3+vento_20	29635.5	1163.49	573.862	24523.2	13226
SLE_rar_gr4+vento_21	28739.8	932.489	552.379	19952.7	12722.9
SLE_rar_vento_gr1_22	28739.8	476.148	796.531	11165.6	18577
SLE_rar_vento_gr2_23	25400.2	14.1482	732.41	1850.06	16984.3
SLE_rar_vento_gr3_24	28739.8	938.148	796.512	20059.1	18576.5
SLE_rar_vento_gr4_25	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1
SLE_fre_gr1_Treno_27	28739.8	462	95.4801	10899.6	2196.46
SLE_fre_gr2_Scarico_28	25400.2	0	42.0462	1584.08	809.578
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	28739.8	924	95.4619	19793.1	2196.02
SLE_fre_gr4_centrif_30	28739.8	924	119.341	19793.1	2655.79
SLE_fre_gr1+vento_31	28739.8	464.83	231.872	10952.8	5399.07
SLE_fre_gr2+vento_32	25400.2	2.82963	178.439	1637.28	4012.18
SLE_fre_gr3+vento_33	28739.8	926.83	231.854	19846.3	5398.62
SLE_fre_gr4+vento_34	28739.8	926.83	255.733	19846.3	5858.39
SLE_fre_vento_gr1_35	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74
SLE_fre_vento_gr2_36	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74

SLE_fre_vento_gr3_37	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74
SLE_fre_vento_gr4_38	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74
SLE_fre_gr1_temp39	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_fre_gr2_temp40	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_fre_gr3_temp41	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_fre_gr3_temp42	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_qp_gr1_Treno_44	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr2_Scarico_45	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr4_centrif_47	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr1+vento_48	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr2+vento_49	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr3+vento_50	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr4+vento_51	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr1_52	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr2_53	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr3_54	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr4_55	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr1_temp56	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr2_temp57	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr3_temp58	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr3_temp59	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
E_103x_SLV_q=1.5_60	25694.1	4612.63	1418.26	68873.7	20848.5
E_103y_SLV_q=1.5_61	25694.1	2057.67	3626.22	23741.5	64651.4
E_103z_SLV_q=1.5_62	26947.4	2057.67	1418.26	23741.5	20848.5
E_103x_SLV_q=1.36_63	25694.1	4977.62	1512.89	75321.1	22725.8
E_103y_SLV_q=1.36_64	25694.1	2167.17	3941.64	25675.8	70908.9
E_103z_SLV_q=1.36_65	26947.4	2167.17	1512.89	25675.8	22725.8
E_103x_SLV_q=1_66	25694.1	6419.15	1885.96	100837	30152.8
E_103y_SLV_q=1_67	25694.1	2599.63	5185.19	33330.5	95665.6
E_103z_SLV_q=1_68	26947.4	2599.63	1885.96	33330.5	30152.8
E_103x_SLD_q=1_69	25490.9	3042.96	991.622	48192.7	14813.8
E_103y_SLD_q=1_70	25490.9	1251.13	2539.72	16530.3	45542.4
E_103z_SLD_q=1_71	26270.1	1251.13	991.622	16530.3	14813.8

6.1.2 Configurazione2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	16323.5	837.375	244.644	7853.68	551.577
A1_SLU_gr2_Scarico_73	12352.8	0	101.702	2315.38	46.1092
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	16323.5	1674.75	244.611	8230.5	551.391
A1_SLU_gr4_centrif_75	15441.2	1339.8	212.869	7021.03	448.981
A1_SLU_gr1+vento_76	16323.5	850.108	858.41	7853.68	3424.51
A1_SLU_gr2+vento_77	12352.8	12.7334	715.467	2315.38	2919.04
A1_SLU_gr3+vento_78	16323.5	1687.48	858.377	8230.5	3424.32
A1_SLU_gr4+vento_79	15441.2	1352.53	826.635	7021.03	3321.92
A1_SLU_vento_gr1_80	15441.2	691.122	1193.25	6719.57	5218.05
A1_SLU_vento_gr2_81	12264.7	21.2223	1101.76	2288.93	4823.97
A1_SLU_vento_gr3_82	15441.2	1361.02	1193.22	7021.03	5217.9
A1_SLU_vento_gr4_83	15441.2	1361.02	1235.81	7021.03	5237.2
SLE_rar_gr1_Treno_85	11435.1	577.5	130.24	5421.84	363.082
SLE_rar_gr2_Scarico_86	8696.74	0	64.5193	1602.32	29.2706
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	11435.1	1155	130.217	5681.71	362.953
SLE_rar_gr4_centrif_88	10826.6	924	115.628	4847.59	295.612
SLE_rar_gr1+vento_89	11435.1	585.989	539.417	5421.84	2278.37
SLE_rar_gr2+vento_90	8696.74	8.4889	473.696	1602.32	1944.56
SLE_rar_gr3+vento_91	11435.1	1163.49	539.394	5681.71	2278.24
SLE_rar_gr4+vento_92	10826.6	932.489	524.805	4847.59	2210.9
SLE_rar_vento_gr1_93	10826.6	476.148	774.471	4639.69	3477.36
SLE_rar_vento_gr2_94	8635.94	14.1482	732.41	1584.08	3215.04
SLE_rar_vento_gr3_95	10826.6	938.148	774.453	4847.59	3477.25
SLE_rar_vento_gr4_96	10826.6	938.148	797.59	4847.59	3487.76
SLE_fre_gr1_Treno_98	10826.6	462	77.0973	4639.69	278.273
SLE_fre_gr2_Scarico_99	8635.94	0	42.0462	1584.08	19.1103
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	10826.6	924	77.0791	4847.59	278.17
SLE_fre_gr4_centrif_101	10826.6	924	96.3625	4847.59	286.942
SLE_fre_gr1+vento_102	10826.6	464.83	213.49	4639.69	916.703
SLE_fre_gr2+vento_103	8635.94	2.82963	178.439	1584.08	657.54
SLE_fre_gr3+vento_104	10826.6	926.83	213.471	4847.59	916.6
SLE_fre_gr4+vento_105	10826.6	926.83	232.755	4847.59	925.372

SLE_fre_vento_gr1_106	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52
SLE_fre_vento_gr2_107	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52
SLE_fre_vento_gr3_108	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52
SLE_fre_vento_gr4_109	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52
SLE_fre_gr1_temp110	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_fre_gr2_temp111	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_fre_gr3_temp112	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_fre_gr3_temp113	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_qp_gr1_Treno_115	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_116	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_118	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_119	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr2+vento_120	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr3+vento_121	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr4+vento_122	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr1_123	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr2_124	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr3_125	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr4_126	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr1_temp127	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp128	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp129	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp130	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_131	8826.21	3652.77	1130.31	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	8826.21	1097.81	3338.26	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	9837.64	1097.81	1130.31	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	8826.21	4017.76	1224.93	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	8826.21	1207.31	3653.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	9837.64	1207.31	1224.93	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	8826.21	5459.29	1598	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	8826.21	1639.77	4897.23	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	9837.64	1639.77	1598	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	8837.76	2978.9	829.523	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	8837.76	895.65	2335.65	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	9876.16	895.65	829.523	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	26690.1	837.375	244.644	21084.2	4416.96
A1_SLU_gr2_Scarico_73	22719.5	0	101.702	2315.38	1652.99
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	26690.1	1674.75	244.611	34691.6	4416.25
A1_SLU_gr4_centrif_75	25807.8	1339.8	212.869	28189.9	3812.31
A1_SLU_gr1+vento_76	26690.1	850.108	858.41	21285.4	16987.4
A1_SLU_gr2+vento_77	22719.5	12.7334	715.467	2516.57	14223.4
A1_SLU_gr3+vento_78	26690.1	1687.48	858.377	34892.7	16986.7
A1_SLU_gr4+vento_79	25807.8	1352.53	826.635	28391.1	16382.7
A1_SLU_vento_gr1_80	25807.8	691.122	1193.25	17639.3	24071.4
A1_SLU_vento_gr2_81	22631.3	21.2223	1101.76	2624.24	22231.9
A1_SLU_vento_gr3_82	25807.8	1361.02	1193.22	28525.2	24070.8
A1_SLU_vento_gr4_83	25807.8	1361.02	1235.81	28525.2	24763
SLE_rar_gr1_Treno_85	19114.1	577.5	130.24	14546.3	2420.88
SLE_rar_gr2_Scarico_86	16375.7	0	64.5193	1602.32	1048.68
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	19114.1	1155	130.217	23930.7	2420.39
SLE_rar_gr4_centrif_88	18505.6	924	115.628	19446.8	2122.53
SLE_rar_gr1+vento_89	19114.1	585.989	539.417	14680.5	10801.2
SLE_rar_gr2+vento_90	16375.7	8.4889	473.696	1736.44	9428.96
SLE_rar_gr3+vento_91	19114.1	1163.49	539.394	24064.8	10800.7
SLE_rar_gr4+vento_92	18505.6	932.489	524.805	19580.9	10502.8
SLE_rar_vento_gr1_93	18505.6	476.148	774.471	12162.8	15714
SLE_rar_vento_gr2_94	16314.9	14.1482	732.41	1807.62	14787.1
SLE_rar_vento_gr3_95	18505.6	938.148	774.453	19670.3	15713.6
SLE_rar_vento_gr4_96	18505.6	938.148	797.59	19670.3	16089.7
SLE_fre_gr1_Treno_98	18505.6	462	77.0973	11939.3	1496.41
SLE_fre_gr2_Scarico_99	16314.9	0	42.0462	1584.08	683.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	18505.6	924	77.0791	19446.8	1496.02
SLE_fre_gr4_centrif_101	18505.6	924	96.3625	19446.8	1809.47
SLE_fre_gr1+vento_102	18505.6	464.83	213.49	11984	4289.84
SLE_fre_gr2+vento_103	16314.9	2.82963	178.439	1628.79	3476.87
SLE_fre_gr3+vento_104	18505.6	926.83	213.471	19491.5	4289.45
SLE_fre_gr4+vento_105	18505.6	926.83	232.755	19491.5	4602.9
SLE_fre_vento_gr1_106	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85

SLE_fre_vento_gr2_107	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85
SLE_fre_vento_gr3_108	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85
SLE_fre_vento_gr4_109	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85
SLE_fre_gr1_temp110	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_fre_gr2_temp111	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_fre_gr3_temp112	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_fre_gr3_temp113	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_qp_gr1_Treno_115	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr2_Scarico_116	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr4_centrif_118	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr1+vento_119	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr2+vento_120	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr3+vento_121	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr4+vento_122	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr1_123	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr2_124	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr3_125	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr4_126	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr1_temp127	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr2_temp128	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr3_temp129	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr3_temp130	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
E_103x_SLV_q=1.5_131	16505.2	3652.77	1130.31	55035.8	16593.7
E_103y_SLV_q=1.5_132	16505.2	1097.81	3338.26	17568.5	53772.7
E_103z_SLV_q=1.5_133	17516.6	1097.81	1130.31	17568.5	16593.7
E_103x_SLV_q=1.36_134	16505.2	4017.76	1224.93	60388.3	18187.1
E_103y_SLV_q=1.36_135	16505.2	1207.31	3653.68	19174.3	59084
E_103z_SLV_q=1.36_136	17516.6	1207.31	1224.93	19174.3	18187.1
E_103x_SLV_q=1_137	16505.2	5459.29	1598	81579.3	24494.9
E_103y_SLV_q=1_138	16505.2	1639.77	4897.23	25531.6	80110.1
E_103z_SLV_q=1_139	17516.6	1639.77	1598	25531.6	24494.9
E_103x_SLD_q=1_140	16516.8	2978.9	829.523	50106.3	12949.7
E_103y_SLD_q=1_141	16516.8	895.65	2335.65	16089.7	41625.9
E_103z_SLD_q=1_142	17555.2	895.65	829.523	16089.7	12949.7

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	38955.2	837.375	244.644	23596.3	5150.89
A1_SLU_gr2_Scarico_73	34984.6	0	101.702	2315.38	1958.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	38955.2	1674.75	244.611	39715.8	5150.08
A1_SLU_gr4_centrif_75	38072.9	1339.8	212.869	32209.3	4450.92
A1_SLU_gr1+vento_76	38955.2	850.108	858.41	23835.7	19562.6
A1_SLU_gr2+vento_77	34984.6	12.7334	715.467	2554.77	16369.8
A1_SLU_gr3+vento_78	38955.2	1687.48	858.377	39955.2	19561.8
A1_SLU_gr4+vento_79	38072.9	1352.53	826.635	32448.7	18862.6
A1_SLU_vento_gr1_80	38072.9	691.122	1193.25	19712.7	27651.1
A1_SLU_vento_gr2_81	34896.4	21.2223	1101.76	2687.91	25537.1
A1_SLU_vento_gr3_82	38072.9	1361.02	1193.22	32608.2	27650.5
A1_SLU_vento_gr4_83	38072.9	1361.02	1235.81	32608.2	28470.5
SLE_rar_gr1_Treno_85	28199.4	577.5	130.24	16278.8	2811.6
SLE_rar_gr2_Scarico_86	25461	0	64.5193	1602.32	1242.23
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	28199.4	1155	130.217	27395.7	2811.04
SLE_rar_gr4_centrif_88	27590.9	924	115.628	22218.8	2469.41
SLE_rar_gr1+vento_89	28199.4	585.989	539.417	16438.4	12419.4
SLE_rar_gr2+vento_90	25461	8.4889	473.696	1761.91	10850.1
SLE_rar_gr3+vento_91	28199.4	1163.49	539.394	27555.3	12418.9
SLE_rar_gr4+vento_92	27590.9	932.489	524.805	22378.4	12077.2
SLE_rar_vento_gr1_93	27590.9	476.148	774.471	13591.3	18037.4
SLE_rar_vento_gr2_94	25400.2	14.1482	732.41	1850.06	16984.3
SLE_rar_vento_gr3_95	27590.9	938.148	774.453	22484.8	18037
SLE_rar_vento_gr4_96	27590.9	938.148	797.59	22484.8	18482.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	27590.9	462	77.0973	13325.3	1727.7
SLE_fre_gr2_Scarico_99	25400.2	0	42.0462	1584.08	809.578
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	27590.9	924	77.0791	22218.8	1727.26
SLE_fre_gr4_centrif_101	27590.9	924	96.3625	22218.8	2098.56
SLE_fre_gr1+vento_102	27590.9	464.83	213.49	13378.5	4930.31
SLE_fre_gr2+vento_103	25400.2	2.82963	178.439	1637.28	4012.18
SLE_fre_gr3+vento_104	27590.9	926.83	213.471	22272	4929.86
SLE_fre_gr4+vento_105	27590.9	926.83	232.755	22272	5301.16
SLE_fre_vento_gr1_106	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74

SLE_fre_vento_gr2_107	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74
SLE_fre_vento_gr3_108	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74
SLE_fre_vento_gr4_109	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74
SLE_fre_gr1_temp110	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_fre_gr2_temp111	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_fre_gr3_temp112	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_fre_gr3_temp113	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_qp_gr1_Treno_115	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr2_Scarico_116	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr4_centrif_118	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr1+vento_119	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr2+vento_120	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr3+vento_121	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr4+vento_122	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr1_123	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr2_124	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr3_125	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr4_126	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr1_temp127	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr2_temp128	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr3_temp129	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr3_temp130	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
E_103x_SLV_q=1.5_131	25694.1	4612.63	1418.26	68873.7	20848.5
E_103y_SLV_q=1.5_132	25694.1	2057.67	3626.22	23741.5	64651.4
E_103z_SLV_q=1.5_133	26947.4	2057.67	1418.26	23741.5	20848.5
E_103x_SLV_q=1.36_134	25694.1	4977.62	1512.89	75321.1	22725.8
E_103y_SLV_q=1.36_135	25694.1	2167.17	3941.64	25675.8	70908.9
E_103z_SLV_q=1.36_136	26947.4	2167.17	1512.89	25675.8	22725.8
E_103x_SLV_q=1_137	25694.1	6419.15	1885.96	100837	30152.8
E_103y_SLV_q=1_138	25694.1	2599.63	5185.19	33330.5	95665.6
E_103z_SLV_q=1_139	26947.4	2599.63	1885.96	33330.5	30152.8
E_103x_SLD_q=1_140	25791.5	3459.27	973.634	60484.1	15870.6
E_103y_SLD_q=1_141	25791.5	1376.02	2479.76	20217.7	49065.2
E_103z_SLD_q=1_142	27271.8	1376.02	973.634	20217.7	15870.6

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

6.1.1 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_143	18405.9	837.375	319.612	3457.16	793.555	
A1_SLU_gr2_Scarico_144	12352.8	0	101.702	2315.38	46.1092	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	18405.9	1674.75	319.579	3833.98	793.369	
A1_SLU_gr4_centrif_146	17107.1	1339.8	272.843	3503.81	642.563	
A1_SLU_gr1+vento_147	18405.9	850.108	933.377	3457.16	3666.49	
A1_SLU_gr2+vento_148	12352.8	12.7334	715.467	2315.38	2919.04	
A1_SLU_gr3+vento_149	18405.9	1687.48	933.344	3833.98	3666.3	
A1_SLU_gr4+vento_150	17107.1	1352.53	886.608	3503.81	3515.5	
A1_SLU_vento_gr1_151	17107.1	691.122	1241.23	3202.36	5406.24	
A1_SLU_vento_gr2_152	12264.7	21.2223	1101.76	2288.93	4823.97	
A1_SLU_vento_gr3_153	17107.1	1361.02	1241.2	3503.81	5406.09	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1361.02	1295.79	3503.81	5430.79	
SLE_rar_gr1_Treno_156	12871.3	577.5	164.708	2389.75	522.208	
SLE_rar_gr2_Scarico_157	8696.74	0	64.5193	1602.32	29.2706	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	12871.3	1155	164.685	2649.63	522.08	
SLE_rar_gr4_centrif_159	11975.6	924	143.202	2421.93	422.913	
SLE_rar_gr1+vento_160	12871.3	585.989	573.885	2389.75	2437.5	
SLE_rar_gr2+vento_161	8696.74	8.4889	473.696	1602.32	1944.56	
SLE_rar_gr3+vento_162	12871.3	1163.49	573.862	2649.63	2437.37	
SLE_rar_gr4+vento_163	11975.6	932.489	552.379	2421.93	2338.2	
SLE_rar_vento_gr1_164	11975.6	476.148	796.531	2214.03	3602.18	
SLE_rar_vento_gr2_165	8635.94	14.1482	732.41	1584.08	3215.04	
SLE_rar_vento_gr3_166	11975.6	938.148	796.512	2421.93	3602.07	
SLE_rar_vento_gr4_167	11975.6	938.148	825.164	2421.93	3615.06	
SLE_fre_gr1_Treno_169	11975.6	462	95.4801	2214.03	401.438	
SLE_fre_gr2_Scarico_170	8635.94	0	42.0462	1584.08	19.1103	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	11975.6	924	95.4619	2421.93	401.335	
SLE_fre_gr4_centrif_172	11975.6	924	119.341	2421.93	412.175	
SLE_fre_gr1+vento_173	11975.6	464.83	231.872	2214.03	1039.87	
SLE_fre_gr2+vento_174	8635.94	2.82963	178.439	1584.08	657.54	
SLE_fre_gr3+vento_175	11975.6	926.83	231.854	2421.93	1039.76	
SLE_fre_gr4+vento_176	11975.6	926.83	255.733	2421.93	1050.61	
SLE_fre_vento_gr1_177	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52	

SLE_fre_vento_gr2_178	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52
SLE_fre_vento_gr3_179	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52
SLE_fre_vento_gr4_180	8392.74	7.07409	388.629	1511.12	1617.52
SLE_fre_gr1_temp181	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_fre_gr2_temp182	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_fre_gr3_temp183	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_fre_gr3_temp184	8392.74	2.82963	193.57	1511.12	664.16
SLE_qp_gr1_Treno_186	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_187	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_189	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_190	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr2+vento_191	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr3+vento_192	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr4+vento_193	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr1_194	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr2_195	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr3_196	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_vento_gr4_197	8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr1_temp198	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp199	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp200	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp201	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_202	8826.21	3652.77	1130.31	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	8826.21	1097.81	3338.26	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	9837.64	1097.81	1130.31	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	8826.21	4017.76	1224.93	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	8826.21	1207.31	3653.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	9837.64	1207.31	1224.93	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	8826.21	5459.29	1598	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	8826.21	1639.77	4897.23	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	9837.64	1639.77	1598	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	8837.76	2978.9	829.523	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	8837.76	895.65	2335.65	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	9876.16	895.65	829.523	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	28772.5	837.375	319.612	16687.7	5843.42
A1_SLU_gr2_Scarico_144	22719.5	0	101.702	2315.38	1652.99
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	28772.5	1674.75	319.579	30295	5842.71
A1_SLU_gr4_centrif_146	27473.7	1339.8	272.843	24672.7	4953.48
A1_SLU_gr1+vento_147	28772.5	850.108	933.377	16888.9	18413.9
A1_SLU_gr2+vento_148	22719.5	12.7334	715.467	2516.57	14223.4
A1_SLU_gr3+vento_149	28772.5	1687.48	933.344	30496.2	18413.1
A1_SLU_gr4+vento_150	27473.7	1352.53	886.608	24873.8	17523.9
A1_SLU_vento_gr1_151	27473.7	691.122	1241.23	14122.1	25017.6
A1_SLU_vento_gr2_152	22631.3	21.2223	1101.76	2624.24	22231.9
A1_SLU_vento_gr3_153	27473.7	1361.02	1241.2	25008	25017.1
A1_SLU_vento_gr4_154	27473.7	1361.02	1295.79	25008	25904.2
SLE_rar_gr1_Treno_156	20550.3	577.5	164.708	11514.3	3124.59
SLE_rar_gr2_Scarico_157	16375.7	0	64.5193	1602.32	1048.68
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	20550.3	1155	164.685	20898.6	3124.11
SLE_rar_gr4_centrif_159	19654.5	924	143.202	17021.1	2685.5
SLE_rar_gr1+vento_160	20550.3	585.989	573.885	11648.4	11504.9
SLE_rar_gr2+vento_161	16375.7	8.4889	473.696	1736.44	9428.96
SLE_rar_gr3+vento_162	20550.3	1163.49	573.862	21032.8	11504.4
SLE_rar_gr4+vento_163	19654.5	932.489	552.379	17155.3	11065.8
SLE_rar_vento_gr1_164	19654.5	476.148	796.531	9737.17	16187.4
SLE_rar_vento_gr2_165	16314.9	14.1482	732.41	1807.62	14787.1
SLE_rar_vento_gr3_166	19654.5	938.148	796.512	17244.7	16187
SLE_rar_vento_gr4_167	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6
SLE_fre_gr1_Treno_169	19654.5	462	95.4801	9513.63	1910.02
SLE_fre_gr2_Scarico_170	16314.9	0	42.0462	1584.08	683.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	19654.5	924	95.4619	17021.1	1909.63
SLE_fre_gr4_centrif_172	19654.5	924	119.341	17021.1	2297.76
SLE_fre_gr1+vento_173	19654.5	464.83	231.872	9558.34	4703.45
SLE_fre_gr2+vento_174	16314.9	2.82963	178.439	1628.79	3476.87
SLE_fre_gr3+vento_175	19654.5	926.83	231.854	17065.8	4703.06
SLE_fre_gr4+vento_176	19654.5	926.83	255.733	17065.8	5091.19
SLE_fre_vento_gr1_177	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85

SLE_fre_vento_gr2_178	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85
SLE_fre_vento_gr3_179	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85
SLE_fre_vento_gr4_180	16071.7	7.07409	388.629	1622.89	7757.85
SLE_fre_gr1_temp181	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_fre_gr2_temp182	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_fre_gr3_temp183	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_fre_gr3_temp184	16071.7	2.82963	193.57	1555.83	3722.57
SLE_qp_gr1_Treno_186	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr2_Scarico_187	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr4_centrif_189	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr1+vento_190	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr2+vento_191	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr3+vento_192	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr4+vento_193	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr1_194	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr2_195	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr3_196	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_vento_gr4_197	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71
SLE_qp_gr1_temp198	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr2_temp199	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr3_temp200	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
SLE_qp_gr3_temp201	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281
E_103x_SLV_q=1.5_202	16505.2	3652.77	1130.31	55035.8	16593.7
E_103y_SLV_q=1.5_203	16505.2	1097.81	3338.26	17568.5	53772.7
E_103z_SLV_q=1.5_204	17516.6	1097.81	1130.31	17568.5	16593.7
E_103x_SLV_q=1.36_205	16505.2	4017.76	1224.93	60388.3	18187.1
E_103y_SLV_q=1.36_206	16505.2	1207.31	3653.68	19174.3	59084
E_103z_SLV_q=1.36_207	17516.6	1207.31	1224.93	19174.3	18187.1
E_103x_SLV_q=1_208	16505.2	5459.29	1598	81579.3	24494.9
E_103y_SLV_q=1_209	16505.2	1639.77	4897.23	25531.6	80110.1
E_103z_SLV_q=1_210	17516.6	1639.77	1598	25531.6	24494.9
E_103x_SLD_q=1_211	16516.8	2978.9	829.523	50106.3	12949.7
E_103y_SLD_q=1_212	16516.8	895.65	2335.65	16089.7	41625.9
E_103z_SLD_q=1_213	17555.2	895.65	829.523	16089.7	12949.7

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	41037.7	837.375	319.612	19199.8	6802.26
A1_SLU_gr2_Scarico_144	34984.6	0	101.702	2315.38	1958.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	41037.7	1674.75	319.579	35319.3	6801.45
A1_SLU_gr4_centrif_146	39738.9	1339.8	272.843	28692.1	5772.01
A1_SLU_gr1+vento_147	41037.7	850.108	933.377	19439.2	21214
A1_SLU_gr2+vento_148	34984.6	12.7334	715.467	2554.77	16369.8
A1_SLU_gr3+vento_149	41037.7	1687.48	933.344	35558.7	21213.2
A1_SLU_gr4+vento_150	39738.9	1352.53	886.608	28931.4	20183.7
A1_SLU_vento_gr1_151	39738.9	691.122	1241.23	16195.5	28741.3
A1_SLU_vento_gr2_152	34896.4	21.2223	1101.76	2687.91	25537.1
A1_SLU_vento_gr3_153	39738.9	1361.02	1241.2	29091	28740.7
A1_SLU_vento_gr4_154	39738.9	1361.02	1295.79	29091	29791.6
SLE_rar_gr1_Treno_156	29635.5	577.5	164.708	13246.8	3618.72
SLE_rar_gr2_Scarico_157	25461	0	64.5193	1602.32	1242.23
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	29635.5	1155	164.685	24363.6	3618.16
SLE_rar_gr4_centrif_159	28739.8	924	143.202	19793.1	3115.11
SLE_rar_gr1+vento_160	29635.5	585.989	573.885	13406.3	13226.5
SLE_rar_gr2+vento_161	25461	8.4889	473.696	1761.91	10850.1
SLE_rar_gr3+vento_162	29635.5	1163.49	573.862	24523.2	13226
SLE_rar_gr4+vento_163	28739.8	932.489	552.379	19952.7	12722.9
SLE_rar_vento_gr1_164	28739.8	476.148	796.531	11165.6	18577
SLE_rar_vento_gr2_165	25400.2	14.1482	732.41	1850.06	16984.3
SLE_rar_vento_gr3_166	28739.8	938.148	796.512	20059.1	18576.5
SLE_rar_vento_gr4_167	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1
SLE_fre_gr1_Treno_169	28739.8	462	95.4801	10899.6	2196.46
SLE_fre_gr2_Scarico_170	25400.2	0	42.0462	1584.08	809.578
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	28739.8	924	95.4619	19793.1	2196.02
SLE_fre_gr4_centrif_172	28739.8	924	119.341	19793.1	2655.79
SLE_fre_gr1+vento_173	28739.8	464.83	231.872	10952.8	5399.07
SLE_fre_gr2+vento_174	25400.2	2.82963	178.439	1637.28	4012.18
SLE_fre_gr3+vento_175	28739.8	926.83	231.854	19846.3	5398.62
SLE_fre_gr4+vento_176	28739.8	926.83	255.733	19846.3	5858.39
SLE_fre_vento_gr1_177	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74

SLE_fre_vento_gr2_178	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74
SLE_fre_vento_gr3_179	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74
SLE_fre_vento_gr4_180	25157	7.07409	388.629	1644.11	8923.74
SLE_fre_gr1_temp181	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_fre_gr2_temp182	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_fre_gr3_temp183	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_fre_gr3_temp184	25157	2.82963	193.57	1564.32	4303.28
SLE_qp_gr1_Treno_186	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr2_Scarico_187	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr4_centrif_189	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr1+vento_190	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr2+vento_191	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr3+vento_192	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr4+vento_193	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr1_194	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr2_195	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr3_196	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_vento_gr4_197	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83
SLE_qp_gr1_temp198	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr2_temp199	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr3_temp200	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
SLE_qp_gr3_temp201	25157	0	47.6481	1511.12	917.225
E_103x_SLV_q=1.5_202	25694.1	4612.63	1418.26	68873.7	20848.5
E_103y_SLV_q=1.5_203	25694.1	2057.67	3626.22	23741.5	64651.4
E_103z_SLV_q=1.5_204	26947.4	2057.67	1418.26	23741.5	20848.5
E_103x_SLV_q=1.36_205	25694.1	4977.62	1512.89	75321.1	22725.8
E_103y_SLV_q=1.36_206	25694.1	2167.17	3941.64	25675.8	70908.9
E_103z_SLV_q=1.36_207	26947.4	2167.17	1512.89	25675.8	22725.8
E_103x_SLV_q=1_208	25694.1	6419.15	1885.96	100837	30152.8
E_103y_SLV_q=1_209	25694.1	2599.63	5185.19	33330.5	95665.6
E_103z_SLV_q=1_210	26947.4	2599.63	1885.96	33330.5	30152.8
E_103x_SLD_q=1_211	25791.5	3459.27	973.634	60484.1	15870.6
E_103y_SLD_q=1_212	25791.5	1376.02	2479.76	20217.7	49065.2
E_103z_SLD_q=1_213	27271.8	1376.02	973.634	20217.7	15870.6

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

### 6.2.1 Stati limiti di esercizio

#### Configurazione1

TESTA PILA						
combo		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
SLE_rar_gr1_Treno_14		12871.3	577.5	164.708	2389.75	522.208
SLE_rar_gr3+vento_20		12871.3	1163.49	573.862	2649.63	2437.37
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	938.148	825.164	2421.93	3615.06
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		12871.3	1155	164.685	2649.63	522.08
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	938.148	825.164	2421.93	3615.06
SLE_rar_gr4_centrif_17		11975.6	924	143.202	2421.93	422.913
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	938.148	143.202	2421.93	3615.06
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	938.148	825.164	2421.93	3615.06
SLE_rar_gr4_centrif_17		11975.6	924	143.202	2421.93	422.913
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	938.148	825.164	2421.93	3615.06
SLE_qp_gr1_Treno_44		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
SLE_qp_gr1_Treno_44		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871
E_103x_SLD_q=1_69		8537.23	2562.59	847.511	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		8537.23	770.758	2395.61	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		8874.39	770.758	847.511	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	20550.3	577.5	164.708	11514.3	3124.59	
SLE_rar_gr3+vento_20	20550.3	1163.49	573.862	21032.8	11504.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_rar_gr3+vento_20	20550.3	1163.49	573.862	21032.8	11504.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_rar_gr4_centrif_17	19654.5	924	143.202	17021.1	2685.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_qp_gr1_Treno_44	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281	
SLE_qp_gr1+vento_48	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71	
SLE_qp_gr1+vento_48	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71	
SLE_qp_gr1+vento_48	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71	
SLE_qp_gr1+vento_48	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71	
E_103x_SLD_q=1_69	16216.2	2562.59	847.511	39063.9	11838.9	
E_103y_SLD_q=1_70	16216.2	770.758	2395.61	12776.9	37923.3	
E_103z_SLD_q=1_71	16553.4	770.758	847.511	12776.9	11838.9	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	29635.5	577.5	164.708	13246.8	3618.72	
SLE_rar_gr3+vento_20	29635.5	1163.49	573.862	24523.2	13226	
SLE_rar_vento_gr4_25	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	29635.5	1163.49	573.862	24523.2	13226	
SLE_rar_vento_gr4_25	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_rar_gr4_centrif_17	28739.8	924	143.202	19793.1	3115.11	
SLE_rar_vento_gr4_25	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_qp_gr1_Treno_44	25157	0	47.6481	1511.12	917.225	
SLE_qp_gr1+vento_48	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83	
SLE_qp_gr1+vento_48	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83	
SLE_qp_gr1+vento_48	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83	
SLE_qp_gr1+vento_48	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83	
E_103x_SLD_q=1_69	25490.9	3042.96	991.622	48192.7	14813.8	
E_103y_SLD_q=1_70	25490.9	1251.13	2539.72	16530.3	45542.4	
E_103z_SLD_q=1_71	26270.1	1251.13	991.622	16530.3	14813.8	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		11435.1	577.5	130.24	5421.84	363.082	
SLE_rar_gr3+vento_91		11435.1	1163.49	539.394	5681.71	2278.24	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	938.148	797.59	4847.59	3487.76	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		11435.1	1155	130.217	5681.71	362.953	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	938.148	797.59	4847.59	3487.76	
SLE_rar_gr4_centrif_88		10826.6	924	115.628	4847.59	295.612	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	938.148	797.59	4847.59	3487.76	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	938.148	797.59	4847.59	3487.76	
SLE_rar_gr4_centrif_88		10826.6	924	115.628	4847.59	295.612	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	938.148	797.59	4847.59	3487.76	
SLE_qp_gr1_Treno_115		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871	
SLE_qp_gr1_Treno_115		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871	
E_103x_SLD_q=1_140		8837.76	2978.9	829.523	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		8837.76	895.65	2335.65	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		9876.16	895.65	829.523	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	19114.1	577.5	164.708	11514.3	3124.59	
SLE_rar_gr3+vento_91	19114.1	1163.49	539.394	24064.8	10800.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	18505.6	938.148	797.59	19670.3	16089.7	
SLE_rar_gr3+vento_91	19114.1	1163.49	539.394	24064.8	10800.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	18505.6	938.148	797.59	19670.3	16089.7	
SLE_rar_gr4_centrif_88	18505.6	924	115.628	19446.8	2122.53	
SLE_rar_vento_gr4_96	18505.6	938.148	797.59	19670.3	16089.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	18505.6	938.148	797.59	19670.3	16089.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	18505.6	938.148	797.59	19670.3	16089.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	18505.6	938.148	797.59	19670.3	16089.7	
SLE_qp_gr1_Treno_115	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281	
SLE_qp_gr1+vento_119	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71	
SLE_qp_gr1+vento_119	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71	
SLE_qp_gr1+vento_119	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71	
SLE_qp_gr1+vento_119	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71	
E_103x_SLD_q=1_140	16516.8	2978.9	829.523	50106.3	12949.7	
E_103y_SLD_q=1_141	16516.8	895.65	2335.65	16089.7	41625.9	
E_103z_SLD_q=1_142	17555.2	895.65	829.523	16089.7	12949.7	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	28199.4	577.5	164.708	13246.8	3618.72	
SLE_rar_gr3+vento_91	28199.4	1163.49	539.394	27555.3	12418.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	27590.9	938.148	797.59	22484.8	18482.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	28199.4	1163.49	539.394	27555.3	12418.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	27590.9	938.148	797.59	22484.8	18482.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88	27590.9	924	115.628	22218.8	2469.41	
SLE_rar_vento_gr4_96	27590.9	938.148	797.59	22484.8	18482.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	27590.9	938.148	797.59	22484.8	18482.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	27590.9	938.148	797.59	22484.8	18482.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	27590.9	938.148	797.59	22484.8	18482.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115	25157	0	47.6481	1511.12	917.225	
SLE_qp_gr1+vento_119	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83	
SLE_qp_gr1+vento_119	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83	
SLE_qp_gr1+vento_119	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83	
SLE_qp_gr1+vento_119	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83	
E_103x_SLD_q=1_140	25791.5	3459.27	973.634	60484.1	15870.6	
E_103y_SLD_q=1_141	25791.5	1376.02	2479.76	20217.7	49065.2	
E_103z_SLD_q=1_142	27271.8	1376.02	973.634	20217.7	15870.6	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		12871.3	577.5	164.708	2389.75	522.208	
SLE_rar_gr3+vento_162		12871.3	1163.49	573.862	2649.63	2437.37	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	938.148	825.164	2421.93	3615.06	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		12871.3	1155	164.685	2649.63	522.08	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	938.148	825.164	2421.93	3615.06	
SLE_rar_gr4_centrif_159		11975.6	924	143.202	2421.93	422.913	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	938.148	825.164	2421.93	3615.06	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	938.148	825.164	2421.93	3615.06	
SLE_rar_gr4_centrif_159		11975.6	924	143.202	2421.93	422.913	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	938.148	825.164	2421.93	3615.06	
SLE_qp_gr1_Treno_186		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	2.82963	184.04	1511.12	659.871	
SLE_qp_gr1_Treno_186		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	2.82963	184.04	184.04	659.871	
E_103x_SLD_q=1_211		8837.76	2978.9	829.523	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		8837.76	895.65	2335.65	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		9876.16	895.65	829.523	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	20550.3	577.5	164.708	11514.3	3124.59	
SLE_rar_gr3+vento_162	20550.3	1163.49	573.862	21032.8	11504.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_rar_gr3+vento_162	20550.3	1163.49	573.862	21032.8	11504.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_rar_gr4_centrif_159	19654.5	924	143.202	17021.1	2685.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	19654.5	938.148	825.164	17244.7	16652.6	
SLE_qp_gr1_Treno_186	16071.7	0	47.6481	1511.12	774.281	
SLE_qp_gr1+vento_190	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71	
SLE_qp_gr1+vento_190	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71	
SLE_qp_gr1+vento_190	16071.7	2.82963	184.04	1555.83	3567.71	
SLE_qp_gr1+vento_190	16071.7	2.82963	184.04	184.04	3567.71	
E_103x_SLD_q=1_211	16516.8	2978.9	829.523	50106.3	12949.7	
E_103y_SLD_q=1_212	16516.8	895.65	2335.65	16089.7	41625.9	
E_103z_SLD_q=1_213	17555.2	895.65	829.523	16089.7	12949.7	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	29635.5	577.5	164.708	13246.8	3618.72	
SLE_rar_gr3+vento_162	29635.5	1163.49	573.862	24523.2	13226	
SLE_rar_vento_gr4_167	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	29635.5	1163.49	573.862	24523.2	13226	
SLE_rar_vento_gr4_167	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	28739.8	924	143.202	19793.1	3115.11	
SLE_rar_vento_gr4_167	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	28739.8	938.148	825.164	20059.1	19128.1	
SLE_qp_gr1_Treno_186	25157	0	47.6481	1511.12	917.225	
SLE_qp_gr1+vento_190	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83	
SLE_qp_gr1+vento_190	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83	
SLE_qp_gr1+vento_190	25157	2.82963	184.04	1564.32	4119.83	
SLE_qp_gr1+vento_190	25157	2.82963	184.04	184.04	4119.83	
E_103x_SLD_q=1_211	25791.5	3459.27	973.634	60484.1	15870.6	
E_103y_SLD_q=1_212	25791.5	1376.02	2479.76	20217.7	49065.2	
E_103z_SLD_q=1_213	27271.8	1376.02	973.634	20217.7	15870.6	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2.2 Stati limiti ultimi

### Configurazione1

TESTA PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		18405.9	837.375	319.612	3457.16	793.555
A1_SLU_gr3+vento_7		18405.9	1687.48	933.344	3833.98	3666.3
A1_SLU_vento_gr4_12		17107.1	1361.02	1295.79	3503.81	5430.79
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		18405.9	1674.75	319.579	3833.98	793.369
A1_SLU_vento_gr4_12		17107.1	1361.02	1295.79	3503.81	5430.79
E_103x_SLV_q=1.5_60		8826.21	3652.77	1130.31	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		8826.21	1097.81	3338.26	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		9837.64	1097.81	1130.31	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		8826.21	5459.29	1598	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		8826.21	1639.77	4897.23	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		9837.64	1639.77	1598	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		28772.5	837.375	319.612	16687.7	5843.42
A1_SLU_gr3+vento_7		28772.5	1687.48	933.344	30496.2	18413.1
A1_SLU_vento_gr4_12		27473.7	1361.02	1295.79	25008	25904.2
A1_SLU_gr3+vento_7		28772.5	1687.48	933.344	30496.2	18413.1
A1_SLU_vento_gr4_12		27473.7	1361.02	1295.79	25008	25904.2
E_103x_SLV_q=1.5_60		16505.2	3652.77	1130.31	55035.8	16593.7
E_103y_SLV_q=1.5_61		16505.2	1097.81	3338.26	17568.5	53772.7
E_103z_SLV_q=1.5_62		17516.6	1097.81	1130.31	17568.5	16593.7
E_103x_SLV_q=1_66		16505.2	5459.29	1598	81579.3	24494.9
E_103y_SLV_q=1_67		16505.2	1639.77	4897.23	25531.6	80110.1
E_103z_SLV_q=1_68		17516.6	1639.77	1598	25531.6	24494.9
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		41037.7	837.375	319.612	19199.8	6802.26
A1_SLU_gr3+vento_7		41037.7	1687.48	933.344	35558.7	21213.2
A1_SLU_vento_gr4_12		39738.9	1361.02	1295.79	29091	29791.6
A1_SLU_gr3+vento_7		41037.7	1687.48	933.344	35558.7	21213.2
A1_SLU_vento_gr4_12		39738.9	1361.02	1295.79	29091	29791.6
E_103x_SLV_q=1.36_63		25694.1	4977.62	1512.89	75321.1	22725.8
E_103y_SLV_q=1.36_64		25694.1	2167.17	3941.64	25675.8	70908.9
E_103z_SLV_q=1.36_65		26947.4	2167.17	1512.89	25675.8	22725.8
E_103x_SLV_q=1_66		25694.1	6419.15	1885.96	100837	30152.8
E_103y_SLV_q=1_67		25694.1	2599.63	5185.19	33330.5	95665.6
E_103z_SLV_q=1_68		26947.4	2599.63	1885.96	33330.5	30152.8

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		16323.5	837.375	244.644	7853.68	551.577
A1_SLU_gr3+vento_78		16323.5	1687.48	858.377	8230.5	3424.32
A1_SLU_vento_gr4_83		15441.2	1361.02	1235.81	7021.03	5237.2
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		16323.5	1674.75	244.611	8230.5	551.391
A1_SLU_vento_gr4_83		15441.2	1361.02	1235.81	7021.03	5237.2
E_103x_SLV_q=1.5_131		8826.21	3652.77	1130.31	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		8826.21	1097.81	3338.26	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		9837.64	1097.81	1130.31	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		8826.21	5459.29	1598	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		8826.21	1639.77	4897.23	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		9837.64	1639.77	1598	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		26690.1	837.375	244.644	21084.2	4416.96
A1_SLU_gr3+vento_78		26690.1	1687.48	858.377	34892.7	16986.7
A1_SLU_vento_gr4_83		25807.8	1361.02	1235.81	28525.2	24763
A1_SLU_gr3+vento_78		26690.1	1687.48	858.377	34892.7	16986.7
A1_SLU_vento_gr4_83		25807.8	1361.02	1235.81	28525.2	24763
E_103x_SLV_q=1.5_131		16505.2	3652.77	1130.31	55035.8	16593.7
E_103y_SLV_q=1.5_132		16505.2	1097.81	3338.26	17568.5	53772.7
E_103z_SLV_q=1.5_133		17516.6	1097.81	1130.31	17568.5	16593.7
E_103x_SLV_q=1_137		16505.2	5459.29	1598	81579.3	24494.9
E_103y_SLV_q=1_138		16505.2	1639.77	4897.23	25531.6	80110.1
E_103z_SLV_q=1_139		17516.6	1639.77	1598	25531.6	24494.9
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		38955.2	837.375	244.644	23596.3	5150.89
A1_SLU_gr3+vento_78		38955.2	1687.48	858.377	39955.2	19561.8
A1_SLU_vento_gr4_83		38072.9	1361.02	1235.81	32608.2	28470.5
A1_SLU_gr3+vento_78		38955.2	1687.48	858.377	39955.2	19561.8
A1_SLU_vento_gr4_83		38072.9	1361.02	1235.81	32608.2	28470.5
E_103x_SLV_q=1.36_134		25694.1	4977.62	1512.89	75321.1	22725.8
E_103y_SLV_q=1.36_135		25694.1	2167.17	3941.64	25675.8	70908.9
E_103z_SLV_q=1.36_136		26947.4	2167.17	1512.89	25675.8	22725.8
E_103x_SLV_q=1_137		25694.1	6419.15	1885.96	100837	30152.8
E_103y_SLV_q=1_138		25694.1	2599.63	5185.19	33330.5	95665.6
E_103z_SLV_q=1_139		26947.4	2599.63	1885.96	33330.5	30152.8

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	18405.9	837.375	319.612	3457.16	793.555	
A1_SLU_gr3+vento_149	18405.9	1687.48	933.344	3833.98	3666.3	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1361.02	1295.79	3503.81	5430.79	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	18405.9	1674.75	319.579	3833.98	793.369	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1361.02	1295.79	3503.81	5430.79	
E_103x_SLV_q=1.5_202	8826.21	3652.77	1130.31	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	8826.21	1097.81	3338.26	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	9837.64	1097.81	1130.31	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	8826.21	5459.29	1598	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	8826.21	1639.77	4897.23	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	9837.64	1639.77	1598	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	28772.5	837.375	319.612	16687.7	5843.42	
A1_SLU_gr3+vento_149	28772.5	1687.48	933.344	30496.2	18413.1	
A1_SLU_vento_gr4_154	27473.7	1361.02	1295.79	25008	25904.2	
A1_SLU_gr3+vento_149	28772.5	1687.48	933.344	30496.2	18413.1	
A1_SLU_vento_gr4_154	27473.7	1361.02	1295.79	25008	25904.2	
E_103x_SLV_q=1.5_202	16505.2	3652.77	1130.31	55035.8	16593.7	
E_103y_SLV_q=1.5_203	16505.2	1097.81	3338.26	17568.5	53772.7	
E_103z_SLV_q=1.5_204	17516.6	1097.81	1130.31	17568.5	16593.7	
E_103x_SLV_q=1_208	16505.2	5459.29	1598	81579.3	24494.9	
E_103y_SLV_q=1_209	16505.2	1639.77	4897.23	25531.6	80110.1	
E_103z_SLV_q=1_210	17516.6	1639.77	1598	25531.6	24494.9	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	41037.7	837.375	319.612	19199.8	6802.26	
A1_SLU_gr3+vento_149	41037.7	1687.48	933.344	35558.7	21213.2	
A1_SLU_vento_gr4_154	39738.9	1361.02	1295.79	29091	29791.6	
A1_SLU_gr3+vento_149	41037.7	1687.48	933.344	35558.7	21213.2	
A1_SLU_vento_gr4_154	39738.9	1361.02	1295.79	29091	29791.6	
E_103x_SLV_q=1.36_205	25694.1	4977.62	1512.89	75321.1	22725.8	
E_103y_SLV_q=1.36_206	25694.1	2167.17	3941.64	25675.8	70908.9	
E_103z_SLV_q=1.36_207	26947.4	2167.17	1512.89	25675.8	22725.8	
E_103x_SLV_q=1_208	25694.1	6419.15	1885.96	100837	30152.8	
E_103y_SLV_q=1_209	25694.1	2599.63	5185.19	33330.5	95665.6	
E_103z_SLV_q=1_210	26947.4	2599.63	1885.96	33330.5	30152.8	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</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	140 $\Phi$ 30 interasse 20 cm*	$\Phi$ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 4 strati $\Phi$ 30/10 Long 4 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	36 $\Phi$ 30 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

## 8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

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

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

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## 8.1 Modellazione

La geometria della sezione della pila è stata implementata all'interno del software di calcolo RC-SEC con i relativi ferri di armatura longitudinale.

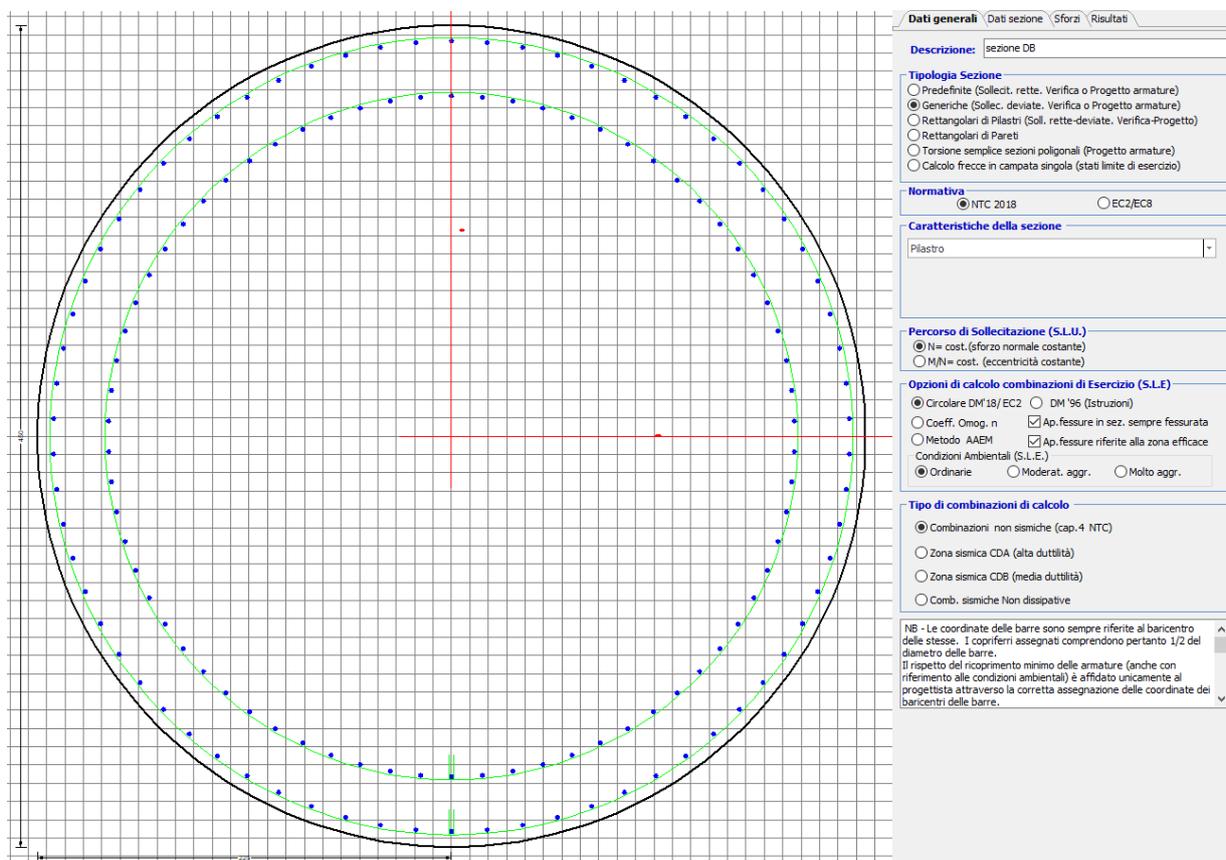


Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 140 di diametro  $\Phi 30$  che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno e speculari internamente alla sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

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

Descrizione Sezione:	sezione DB
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive

Riferimento Sforzi assegnati: Assi baric. X',Y' // assi coordinate.

Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C32/40

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	216.5	70	30
2	0.0	0.0	186.5	70	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	28772.52	16687.69	5843.42	0.00	0.00
2	28772.52	30496.22	18413.14	0.00	0.00
3	27473.74	25007.96	25904.20	0.00	0.00
4	28772.52	30496.22	18413.14	0.00	0.00
5	27473.74	25007.96	25904.20	0.00	0.00
6	16505.19	55035.79	16593.72	0.00	0.00
7	16505.19	17568.52	53772.71	0.00	0.00
8	17516.62	17568.52	16593.72	0.00	0.00
9	26690.09	21084.21	4416.96	0.00	0.00
10	26690.09	34892.74	16986.68	0.00	0.00
11	25807.80	28525.18	24763.03	0.00	0.00
12	26690.09	34892.74	16986.68	0.00	0.00
13	25807.80	28525.18	24763.03	0.00	0.00
14	16505.19	55035.79	16593.72	0.00	0.00
15	16505.19	17568.52	53772.71	0.00	0.00
16	17516.62	17568.52	16593.72	0.00	0.00
17	28772.52	16687.69	5843.42	0.00	0.00
18	28772.52	30496.22	18413.14	0.00	0.00
19	27473.74	25007.96	25904.20	0.00	0.00
20	28772.52	30496.22	18413.14	0.00	0.00
21	27473.74	25007.96	25904.20	0.00	0.00
22	16505.19	55035.79	16593.72	0.00	0.00
23	16505.19	17568.52	53772.71	0.00	0.00
24	17516.62	17568.52	16593.72	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	20550.25	11514.25	3124.59
2	20550.25	21032.75	11504.39
3	19654.54	17244.67	16652.65
4	20550.25	21032.75	11504.39
5	19654.54	17244.67	16652.65
6	19114.09	11514.25	3124.59
7	19114.09	24064.84	10800.68
8	18505.62	19670.33	16089.68
9	19114.09	24064.84	10800.68
10	18505.62	19670.33	16089.68
11	20550.25	11514.25	3124.59
12	20550.25	21032.75	11504.39
13	19654.54	17244.67	16652.65
14	20550.25	21032.75	11504.39
15	19654.54	17244.67	16652.65
16	16216.22	39063.87	11838.89
17	16216.22	12776.94	37923.25
18	16553.37	12776.94	11838.89
19	16516.75	50106.34	12949.68

20	16516.75	16089.68	41625.92
21	17555.15	16089.68	12949.68
22	16516.75	50106.34	12949.68
23	16516.75	16089.68	41625.92
24	17555.15	16089.68	12949.68

**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	19654.54	17021.13 (93897.09)	2685.50 (14814.57)
2	19654.54	17244.67 (43157.05)	16652.65 (41675.44)
3	19654.54	17244.67 (43157.05)	16652.65 (41675.44)
4	19654.54	17244.67 (43157.05)	16652.65 (41675.44)
5	19654.54	17244.67 (43157.05)	16652.65 (41675.44)
6	18505.62	19446.79 (69758.19)	2122.53 (7613.79)
7	18505.62	19670.33 (42009.55)	16089.68 (34362.43)
8	18505.62	19670.33 (42009.55)	16089.68 (34362.43)
9	18505.62	19670.33 (42009.55)	16089.68 (34362.43)
10	18505.62	19670.33 (42009.55)	16089.68 (34362.43)
11	19654.54	17021.13 (93897.09)	2685.50 (14814.57)
12	19654.54	17244.67 (43157.05)	16652.65 (41675.44)
13	19654.54	17244.67 (43157.05)	16652.65 (41675.44)
14	19654.54	17244.67 (43157.05)	16652.65 (41675.44)
15	19654.54	17244.67 (43157.05)	16652.65 (41675.44)

**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	16071.72	1511.12 (7715.21)	774.28 (0.00)
2	16071.72	1555.83 (0.00)	3567.71 (0.00)
3	16071.72	1555.83 (0.00)	3567.71 (0.00)
4	16071.72	1555.83 (0.00)	3567.71 (0.00)
5	16071.72	1555.83 (0.00)	3567.71 (0.00)
6	16071.72	1511.12 (0.00)	774.28 (0.00)
7	16071.72	1555.83 (0.00)	3567.71 (0.00)
8	16071.72	1555.83 (0.00)	3567.71 (0.00)
9	16071.72	1555.83 (0.00)	3567.71 (0.00)
10	16071.72	1555.83 (0.00)	3567.71 (0.00)
11	16071.72	1511.12 (0.00)	774.28 (0.00)
12	16071.72	1555.83 (0.00)	3567.71 (0.00)
13	16071.72	1555.83 (0.00)	3567.71 (0.00)
14	16071.72	1555.83 (0.00)	3567.71 (0.00)
15	16071.72	184.04 (0.00)	3567.71 (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: 13.7 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Componente 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	28772.52	16687.69	5843.42	28772.51	106669.58(106669.58)	37357.29(37357.29)	6.39989.6(477.1)	
2	S	28772.52	30496.22	18413.14	28772.68	96757.76(96757.76)	58419.76(58419.76)	3.17989.6(477.1)	
3	S	27473.74	25007.96	25904.20	27473.75	77386.57(77386.57)	80162.61(80162.61)	3.09989.6(477.1)	
4	S	28772.52	30496.22	18413.14	28772.68	96757.76(96757.76)	58419.76(58419.76)	3.17989.6(477.1)	
5	S	27473.74	25007.96	25904.20	27473.75	77386.57(77386.57)	80162.61(80162.61)	3.09989.6(477.1)	
6	S	16505.19	55035.79	16593.72	16505.09	92861.18(92861.18)	27978.24(27978.24)	1.69989.6(477.1)	
7	S	16505.19	17568.52	53772.71	16505.07	30118.84(30118.84)	92192.41(92192.41)	1.71989.6(477.1)	
8	S	17516.62	17568.52	16593.72	17516.76	71524.70(71524.70)	67547.76(67547.76)	4.07989.6(477.1)	
9	S	26690.09	21084.21	4416.96	26689.90	108084.84(108084.84)	22639.12(22639.12)	5.13989.6(477.1)	
10	S	26690.09	34892.74	16986.68	26690.07	99298.70(99298.70)	48336.37(48336.37)	2.85989.6(477.1)	
11	S	25807.80	28525.18	24763.03	25808.01	82553.37(82553.37)	71665.90(71665.90)	2.89989.6(477.1)	
12	S	26690.09	34892.74	16986.68	26690.07	99298.70(99298.70)	48336.37(48336.37)	2.85989.6(477.1)	
13	S	25807.80	28525.18	24763.03	25808.01	82553.37(82553.37)	71665.90(71665.90)	2.89989.6(477.1)	
14	S	16505.19	55035.79	16593.72	16505.09	92861.18(92861.18)	27978.24(27978.24)	1.69989.6(477.1)	
15	S	16505.19	17568.52	53772.71	16505.07	30118.84(30118.84)	92192.41(92192.41)	1.71989.6(477.1)	
16	S	17516.62	17568.52	16593.72	17516.76	71524.70(71524.70)	67547.76(67547.76)	4.07989.6(477.1)	
17	S	28772.52	16687.69	5843.42	28772.51	106669.58(106669.58)	37357.29(37357.29)	6.39989.6(477.1)	
18	S	28772.52	30496.22	18413.14	28772.68	96757.76(96757.76)	58419.76(58419.76)	3.17989.6(477.1)	
19	S	27473.74	25007.96	25904.20	27473.75	77386.57(77386.57)	80162.61(80162.61)	3.09989.6(477.1)	
20	S	28772.52	30496.22	18413.14	28772.68	96757.76(96757.76)	58419.76(58419.76)	3.17989.6(477.1)	
21	S	27473.74	25007.96	25904.20	27473.75	77386.57(77386.57)	80162.61(80162.61)	3.09989.6(477.1)	
22	S	16505.19	55035.79	16593.72	16505.09	92861.18(92861.18)	27978.24(27978.24)	1.69989.6(477.1)	
23	S	16505.19	17568.52	53772.71	16505.07	30118.84(30118.84)	92192.41(92192.41)	1.71989.6(477.1)	
24	S	17516.62	17568.52	16593.72	17516.76	71524.70(71524.70)	67547.76(67547.76)	4.07989.6(477.1)	

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	74.4	200.2	0.00324	76.1	202.7	-0.00990	-76.1	-202.7
2	0.00350	116.3	89.9	0.00324	111.0	185.9	-0.00990	-111.0	-185.9
3	0.00350	161.9	89.9	0.00324	156.5	149.6	-0.01013	-156.5	-149.6
4	0.00350	116.3	89.9	0.00324	111.0	185.9	-0.00990	-111.0	-185.9

5	0.00350	161.9	89.9	0.00324	156.5	149.6	-0.01013	-156.5	-149.6
6	0.00350	65.0	200.2	0.00319	57.6	208.7	-0.01239	-57.6	-208.7
7	0.00350	213.9	89.9	0.00319	205.9	66.9	-0.01239	-205.9	-66.9
8	0.00350	154.5	89.9	0.00319	142.4	163.0	-0.01215	-142.4	-163.0
9	0.00350	46.1	89.9	0.00323	38.7	213.0	-0.01026	-38.7	-213.0
10	0.00350	98.5	89.9	0.00323	93.9	195.1	-0.01027	-93.9	-195.1
11	0.00350	147.5	200.2	0.00323	142.4	163.0	-0.01043	-142.4	-163.0
12	0.00350	98.5	89.9	0.00323	93.9	195.1	-0.01027	-93.9	-195.1
13	0.00350	147.5	89.9	0.00323	142.4	163.0	-0.01043	-142.4	-163.0
14	0.00350	65.0	89.9	0.00319	57.6	208.7	-0.01239	-57.6	-208.7
15	0.00350	213.9	11.6	0.00319	205.9	66.9	-0.01239	-205.9	-66.9
16	0.00350	154.5	215.3	0.00319	142.4	163.0	-0.01215	-142.4	-163.0
17	0.00350	74.4	71.8	0.00324	76.1	202.7	-0.00990	-76.1	-202.7
18	0.00350	116.3	165.0	0.00324	111.0	185.9	-0.00990	-111.0	-185.9
19	0.00350	161.9	217.8	0.00324	156.5	149.6	-0.01013	-156.5	-149.6
20	0.00350	116.3	81.1	0.00324	111.0	185.9	-0.00990	-111.0	-185.9
21	0.00350	161.9	175.3	0.00324	156.5	149.6	-0.01013	-156.5	-149.6
22	0.00350	65.0	217.8	0.00319	57.6	208.7	-0.01239	-57.6	-208.7
23	0.00350	213.9	81.1	0.00319	205.9	66.9	-0.01239	-205.9	-66.9
24	0.00350	154.5	175.3	0.00319	142.4	163.0	-0.01215	-142.4	-163.0

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000010033	0.000028653	-0.003330832	----	----
2	0.000015693	0.000025992	-0.003331494	----	----
3	0.000022208	0.000021439	-0.003445282	----	----
4	0.000015693	0.000025992	-0.003331494	----	----
5	0.000022208	0.000021439	-0.003445282	----	----
6	0.000010391	0.000034463	-0.004599079	----	----
7	0.000034209	0.000011177	-0.004597519	----	----
8	0.000024344	0.000025775	-0.004477113	----	----
9	0.000006393	0.000030518	-0.003515495	----	----
10	0.000013649	0.000028037	-0.003516075	----	----
11	0.000020680	0.000023822	-0.003597733	----	----
12	0.000013649	0.000028037	-0.003516075	----	----
13	0.000020680	0.000023822	-0.003597733	----	----
14	0.000010391	0.000034463	-0.004599079	----	----
15	0.000034209	0.000011177	-0.004597519	----	----
16	0.000024344	0.000025775	-0.004477113	----	----
17	0.000010033	0.000028653	-0.003330832	----	----
18	0.000015693	0.000025992	-0.003331494	----	----
19	0.000022208	0.000021439	-0.003445282	----	----
20	0.000015693	0.000025992	-0.003331494	----	----
21	0.000022208	0.000021439	-0.003445282	----	----
22	0.000010391	0.000034463	-0.004599079	----	----
23	0.000034209	0.000011177	-0.004597519	----	----
24	0.000024344	0.000025775	-0.004477113	----	----

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

Ver                            S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max                        Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max             Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min                        Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]

Xs min, Ys min

Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

Ac eff.

Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre

As eff.

Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.34	58.9	250.0	1.0	-57.6	-208.7	---	---
2	S	3.89	108.0	0.0	-27.8	-111.0	-185.9	9702	155.5
3	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6
4	S	3.89	108.0	0.0	-27.8	-111.0	-185.9	9702	155.5
5	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6
6	S	2.26	58.9	0.0	-0.3	-57.6	-208.7	517	14.1
7	S	4.35	92.1	0.0	-43.9	-93.9	-195.1	13054	190.9
8	S	4.19	142.5	0.0	-41.9	-142.4	-163.0	12976	190.9
9	S	4.35	92.1	0.0	-43.9	-93.9	-195.1	13054	190.9
10	S	4.19	142.5	0.0	-41.9	-142.4	-163.0	12976	190.9
11	S	2.34	58.9	0.0	1.0	-57.6	-208.7	---	---
12	S	3.89	108.0	0.0	-27.8	-111.0	-185.9	9702	155.5
13	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6
14	S	3.89	108.0	0.0	-27.8	-111.0	-185.9	9702	155.5
15	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6
16	S	7.52	65.3	0.0	-161.5	-57.6	-208.7	18477	261.5
17	S	7.35	213.2	0.0	-155.4	-205.9	-66.9	18380	261.5
18	S	2.83	152.9	0.0	-15.8	-142.4	-163.0	7525	127.2
19	S	9.80	56.3	0.0	-244.3	-57.6	-208.7	19336	275.7
20	S	8.30	209.9	0.0	-188.0	-199.1	-85.1	18770	261.5
21	S	3.35	141.1	0.0	-24.5	-142.4	-163.0	9859	155.5
22	S	9.80	56.3	0.0	-244.3	-57.6	-208.7	19336	275.7
23	S	8.30	209.9	0.0	-188.0	-199.1	-85.1	18770	261.5
24	S	3.35	141.1	0.0	-24.5	-142.4	-163.0	9859	155.5

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	10267522.222786268.95	
2	S	-0.00015	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	768	0.064 (990.00)	54996.94	30081.96
3	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (990.00)	43157.05	41675.44
4	S	-0.00015	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	768	0.064 (990.00)	54996.94	30081.96
5	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (990.00)	43157.05	41675.44
6	S	0.00000	0	0.602	30.0	70	0.00000 (0.00000)	462	0.000 (990.00)	576775.13	156517.86
7	S	-0.00023	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	819	0.108 (990.00)	49331.58	22140.79
8	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	816	0.103 (990.00)	42009.55	34362.43
9	S	-0.00023	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	819	0.108 (990.00)	49331.58	22140.79
10	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	816	0.103 (990.00)	42009.55	34362.43
11	S	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	10267522.222786268.95	

12	S	-0.00015	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	768	0.064 (990.00)	54996.94	30081.96
13	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (990.00)	43157.05	41675.44
14	S	-0.00015	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	768	0.064 (990.00)	54996.94	30081.96
15	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (990.00)	43157.05	41675.44
16	S	-0.00083	0	0.833	30.0	70	0.00048 (0.00048)	838	0.406 (990.00)	38637.51	11709.67
17	S	-0.00080	0	0.833	30.0	70	0.00047 (0.00047)	835	0.389 (990.00)	12970.12	38496.62
18	S	-0.00008	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	741	0.035 (990.00)	51775.17	47973.97
19	S	-0.00126	0	0.833	30.0	70	0.00073 (0.00073)	834	0.612 (990.00)	36859.82	9526.20
20	S	-0.00097	0	0.833	30.0	70	0.00056 (0.00056)	848	0.478 (990.00)	14256.04	36882.06
21	S	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	777	0.057 (990.00)	48413.74	38965.50
22	S	-0.00126	0	0.833	30.0	70	0.00073 (0.00073)	834	0.612 (990.00)	36859.82	9526.20
23	S	-0.00097	0	0.833	30.0	70	0.00056 (0.00056)	848	0.478 (990.00)	14256.04	36882.06
24	S	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	777	0.057 (990.00)	48413.74	38965.50

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.88	35.1	250.0	-9.3	-38.7	-213.0	4292	70.7
2	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6
3	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6
4	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6
5	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6
6	S	3.18	24.4	0.0	-18.0	-19.4	-215.6	7618	127.2
7	S	4.19	142.5	0.0	-41.9	-142.4	-163.0	12976	190.9
8	S	4.19	142.5	0.0	-41.9	-142.4	-163.0	12976	190.9
9	S	4.19	142.5	0.0	-41.9	-142.4	-163.0	12976	190.9
10	S	4.19	142.5	0.0	-41.9	-142.4	-163.0	12976	190.9
11	S	2.88	35.1	0.0	-9.3	-38.7	-213.0	4292	70.7
12	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6
13	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6
14	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6
15	S	3.90	156.3	0.0	-30.8	-156.5	-149.6	10588	162.6

**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	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	754	0.021 (0.20)	93897.09	14814.57
2	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (0.20)	43157.05	41675.44
3	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (0.20)	43157.05	41675.44
4	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (0.20)	43157.05	41675.44
5	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (0.20)	43157.05	41675.44
6	S	-0.00010	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	747	0.040 (0.20)	69758.19	7613.79
7	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	816	0.103 (0.20)	42009.55	34362.43
8	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	816	0.103 (0.20)	42009.55	34362.43
9	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	816	0.103 (0.20)	42009.55	34362.43
10	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	816	0.103 (0.20)	42009.55	34362.43
11	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	754	0.021 (0.20)	93897.09	14814.57
12	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (0.20)	43157.05	41675.44
13	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (0.20)	43157.05	41675.44
14	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (0.20)	43157.05	41675.44
15	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	792	0.073 (0.20)	43157.05	41675.44

**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	1.09	102.6	250.0	11.5	-93.9	-195.1	----	----
2	S	1.30	206.2	0.0	8.4	-199.1	-85.1	----	----
3	S	1.30	206.2	0.0	8.4	-199.1	-85.1	----	----

4	S	1.30	206.2	0.0	8.4	-199.1	-85.1	---	---
5	S	1.30	206.2	0.0	8.4	-199.1	-85.1	---	---
6	S	1.09	102.6	0.0	11.5	-93.9	-195.1	---	---
7	S	1.30	206.2	0.0	8.4	-199.1	-85.1	---	---
8	S	1.30	206.2	0.0	8.4	-199.1	-85.1	---	---
9	S	1.30	206.2	0.0	8.4	-199.1	-85.1	---	---
10	S	1.30	206.2	0.0	8.4	-199.1	-85.1	---	---
11	S	1.09	102.6	0.0	11.5	-93.9	-195.1	---	---
12	S	1.30	206.2	0.0	8.4	-199.1	-85.1	---	---
13	S	1.30	206.2	0.0	8.4	-199.1	-85.1	---	---
14	S	1.30	206.2	0.0	8.4	-199.1	-85.1	---	---
15	S	1.27	224.7	0.0	8.9	-216.3	-9.7	---	---

**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	-0.00028	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	7715.21	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	Asw	5	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm
spessore anima sezione rettrangolar	sb	0	cm
sezione	tipo	circolare	
tipologia di varifica taglio	secondo	statica $q=1$	
<b>Direzione Longidinale</b>			
resistenza ridotta	f'c	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	38660	kN
resistenza staffe	Vs	7221	kN
taglio resisitente	Vr	7221	kN
taglio massimo agente	Ved	5688	kN
	Ved/Vrd	0.79	
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	38660	kN
resistenza staffe	Vs	7221	kN
taglio resisitente	Vr	7221	kN
taglio massimo agente	Ved	5164	kN
	Ved/Vrd	0.72	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</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>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</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>140</b>	
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>30</b>	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	98960	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000.00	mm <sup>3</sup>
		0.62%	>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.14</b>	g
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.03	
interasse staffe	s	<b>200</b>	mm
diametro armature trasversale	$\varphi$	<b>12</b>	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	Asw	2.26	mm <sup>2</sup>
area totale legature	Asl	16.08	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	0.0424	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>86 di 112</b>
<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>						

## 8.5 Verifica spostamenti

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

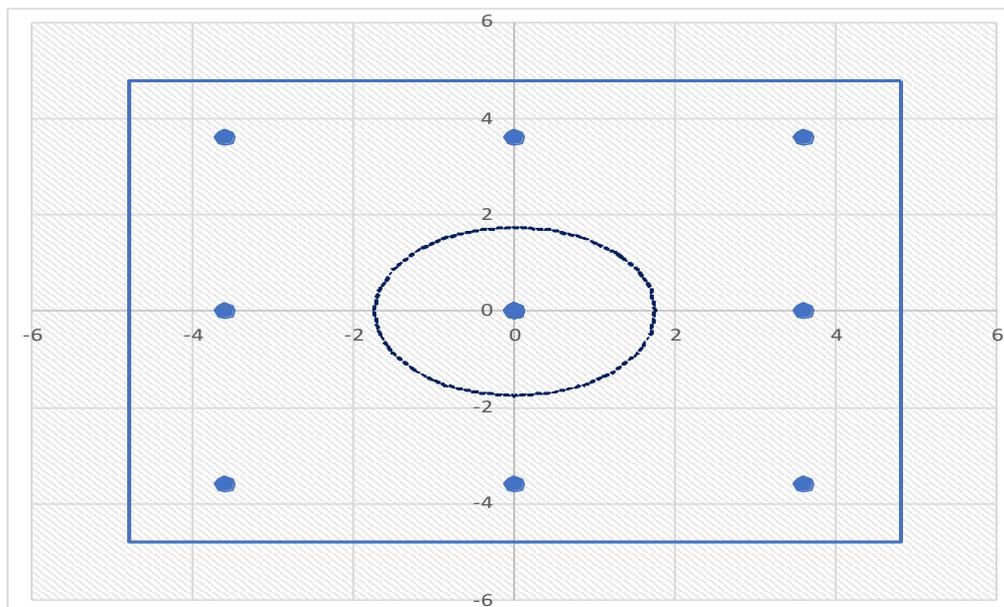
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0.10m$$

<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. 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.

	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>3</b>	m
Check verifica			
sbalzo direzione trasversale	at	1.35	m
sbalzo direzione longitudinale	al	1.35	m
direzione trasversale	a/h	0.45	<i>Plinto basso</i>
direzione longitudinale	a/h	0.45	<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	6206.0	4398.0	7523.3
2	0	-3.6	2913.5	1311.8	-1813.5
3	3.6	3.6	7188.1	8826.9	8919.2
4	3.6	-3.6	3895.6	5740.8	-417.5
5	-3.6	-3.6	1931.4	-3117.1	-3209.4
6	-3.6	3.6	5223.9	-31.0	6127.3
7	3.6	0	5541.8	7283.9	4250.9
8	-3.6	0	3577.6	-1574.1	1458.9
9	0	0	4559.7	2854.9	2854.9
	0	0	4559.7	2854.9	2854.9
	0	0	4559.7	2854.9	2854.9
	0	0	4559.7	2854.9	2854.9
	taglio combinato in		160.7001	483.3638	557.539
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	4537.2	4398.0	7523.3
2	0	-3.6	1451.1	1311.8	-1813.5
3	3.6	3.6	5933.2	8826.9	8919.2
4	3.6	-3.6	2847.0	5740.8	-417.5
5	-3.6	-3.6	55.1	-3117.1	-3209.4
6	-3.6	3.6	3141.3	-31.0	6127.3
7	3.6	0	4390.1	7283.9	4250.9
8	-3.6	0	1598.2	-1574.1	1458.9
9	0	0	2994.2	2854.9	2854.9
	0	0	2994.2	2854.9	2854.9
	0	0	2994.2	2854.9	2854.9
	0	0	2994.2	2854.9	2854.9
	taglio combinato in		267.64	483.3638	557.539

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.

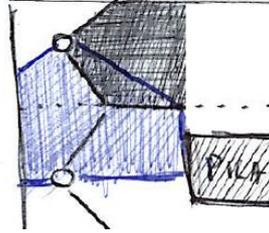


Figura 12 - mensola di riferimento

### 9.1 Dimensionamento armature

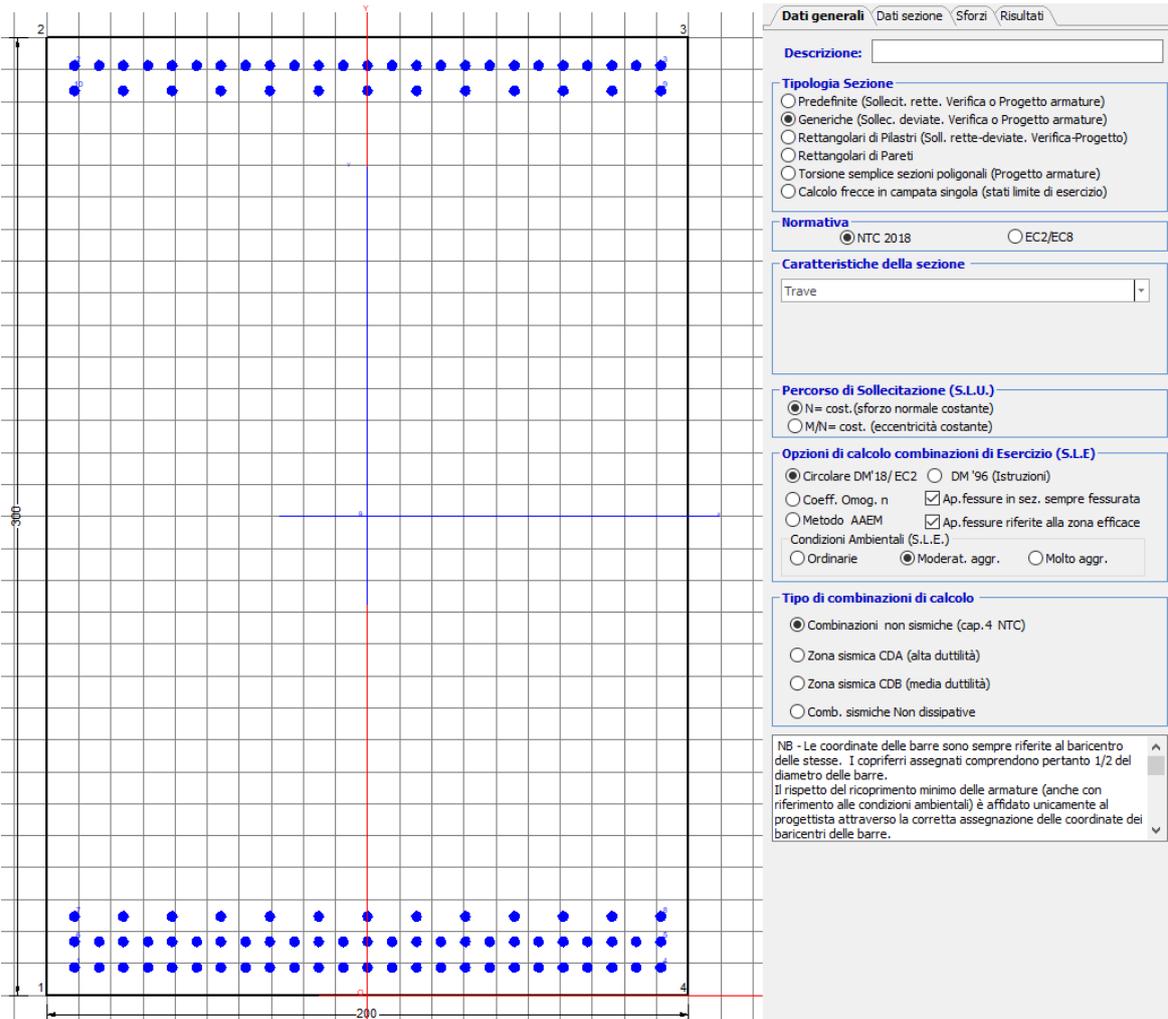
<b><i>posizione del palo più sollecitato</i></b>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	30.509	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	7394.11	KN
forza di trazione risultante		T	12548.2	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	8872.93	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	8872.93	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	22675.5	mm <sup>2</sup>
diametro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	2.5	
lunghezza di collaborazione		L	1.98476	m
numero di ferri per strato		n	20	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	35342.9	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.64159	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	22675.5	mm <sup>2</sup>
diametro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	2.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.04375	m
numero di ferri per strato		n	20	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	35342.9	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.64159	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>t</sub>	251.053	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>l</sub>	251.053	MPa

## 9.2 Verifica a presso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 200x300

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Sezione generica di Trave

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

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	-100.0	0.0
2	-100.0	300.0
3	100.0	300.0
4	100.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-91.3	8.7	30
2	-91.3	291.3	30
3	91.3	291.3	30
4	91.3	8.7	30
5	91.3	16.7	30
6	-91.3	16.7	30
7	-91.3	24.7	30
8	91.3	24.7	30
9	91.3	283.3	30
10	-91.3	283.3	30

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione

N°Barre  
Ø Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Diametro in mm delle barre della generazione

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

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	13379.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	14038.00	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	12042.00	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	9243.00 (11417.85)	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 5327.00 (11417.85) 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: 4.6 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	13379.00	0.00	0.00	47516.74	0.00	3.55	445.3(86.2)
2	S	0.00	14038.00	0.00	0.00	47516.74	0.00	3.38	445.3(86.2)

### 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	0.111	-100.0	300.0	0.00256	-91.3	291.3	-0.02807	-91.3	8.7
2	0.00350	0.111	-100.0	300.0	0.00256	-91.3	291.3	-0.02807	-91.3	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	0.000108367	-0.029009956	0.111	0.700
2	0.000000000	0.000108367	-0.029009956	0.111	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	3.54	-100.0	300.0	-108.1	-60.9	8.7	7600	445.3

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

Ver.                    La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
Esito della verifica  
e1                    Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  
e2                    Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff  
k1                    = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt                    = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2                    =  $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$  [eq.(7.13)EC2]  
k3                    = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4                    = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø                    Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
Cf                    Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm - e cm        Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo =  $0.6 S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
sr max              Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk                    Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$  [(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	-0.00056	0	0.907	30.0	72	0.00036 (0.00032)	403	0.145 (990.00)	11417.85	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.72	-100.0	300.0	-83.0	-53.3	8.7	7600	445.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00043	0	0.907	30.0	72	0.00025 (0.00025)	403	0.100 (0.20)	11417.85	0.00

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

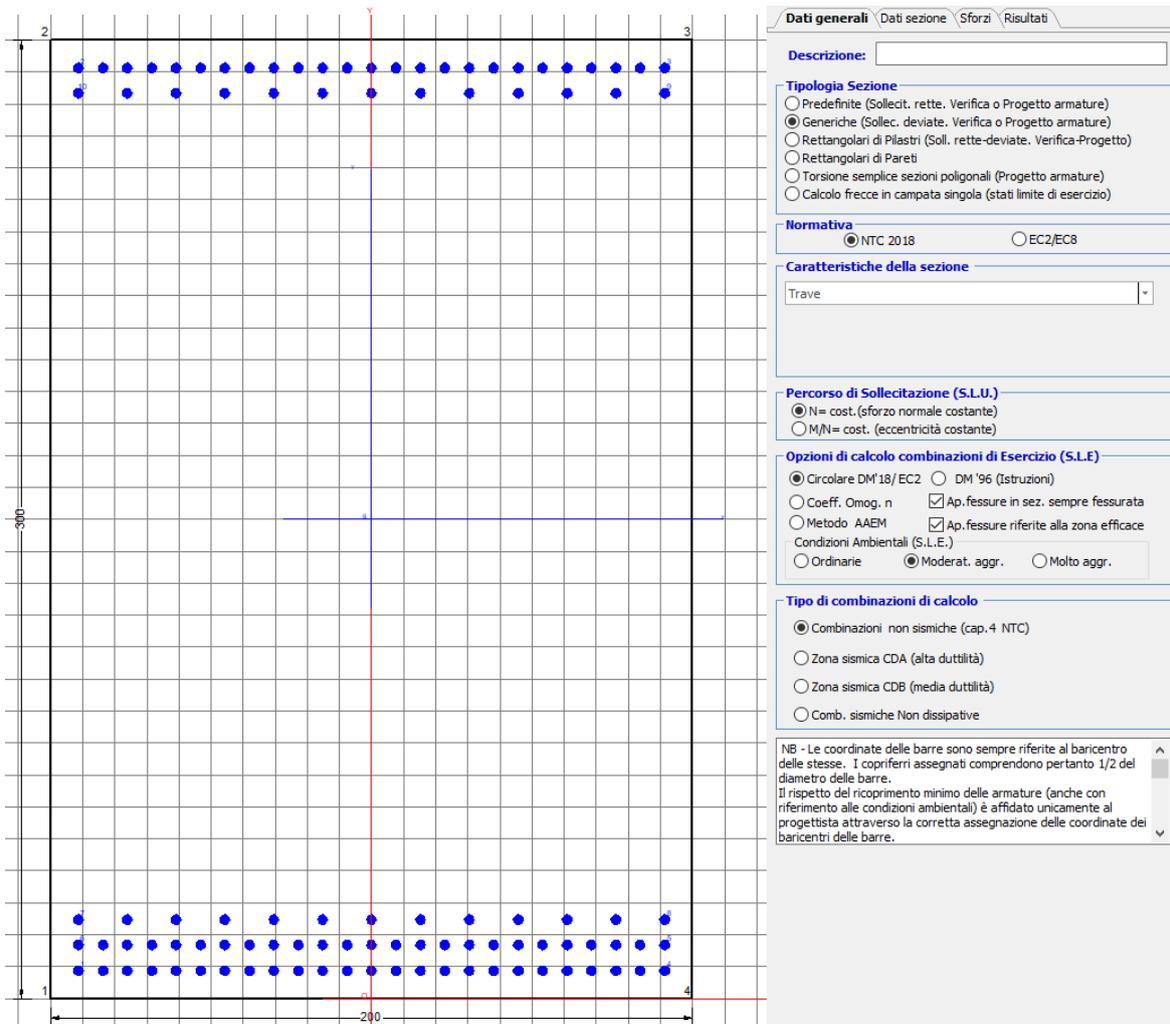
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.57	-100.0	300.0	-47.8	83.7	8.7	7600	445.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00025	0	0.907	30.0	72	0.00014 (0.00014)	403	0.058 (0.20)	11417.85	0.00

### 9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: **fondazione Y 200x300**

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	-100.0	0.0
2	-100.0	300.0
3	100.0	300.0
4	100.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-91.3	8.7	30
2	-91.3	291.3	30
3	91.3	291.3	30
4	91.3	8.7	30
5	91.3	16.7	30
6	-91.3	16.7	30
7	-91.3	24.7	30
8	91.3	24.7	30
9	91.3	283.3	30
10	-91.3	283.3	30

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

3	1	4	23	30
4	7	8	11	30
5	10	9	11	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	13379.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	14038.00	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	12042.00	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	9243.00 (11417.85)	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	5327.00 (11417.85)	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: 4.6 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	13379.00	0.00	0.00	47516.74	0.00	3.55	445.3(86.2)
2	S	0.00	14038.00	0.00	0.00	47516.74	0.00	3.38	445.3(86.2)

**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	0.111	-100.0	300.0	0.00256	-91.3	291.3	-0.02807	-91.3	8.7
2	0.00350	0.111	-100.0	300.0	0.00256	-91.3	291.3	-0.02807	-91.3	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	0.000108367	-0.029009956	0.111	0.700
2	0.000000000	0.000108367	-0.029009956	0.111	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	3.54	-100.0	300.0	-108.1	-60.9	8.7	7600	445.3

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00056	0	0.907	30.0	72	0.00036 (0.00032)	403	0.145 (990.00)	11417.85	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.72	-100.0	300.0	-83.0	-53.3	8.7	7600	445.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00043	0	0.907	30.0	72	0.00025 (0.00025)	403	0.100 (0.20)	11417.85	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	1.57	-100.0	300.0	-47.8	83.7	8.7	7600	445.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00025	0	0.907	30.0	72	0.00014 (0.00014)	403	0.058 (0.20)	11417.85	0.00

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	45	gradi
perimetro zona critica			u1	20.169	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	3.21	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.6911	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	17.1813	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	7394.11	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	1.05206	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.21041	
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento</b>					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.00682	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00663	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00951	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.6025	MPa
			vRd,c	0.63219	MPa
				0.95304	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## 10. PALI DI FONDAZIONE

### 10.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

### 10.2 Verifica strutturale

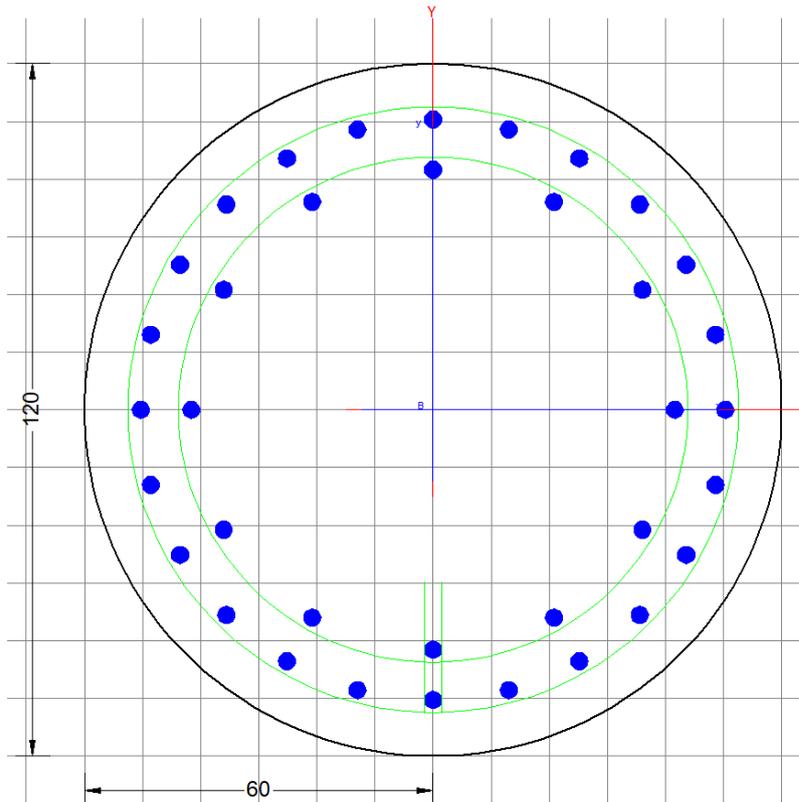
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>41038</b>	1687	933	35559	21213	
E_103x_SLV_q=1.36_63	25694	4978	1513	75321	22726	
E_103y_SLV_q=1.36_64	25694	2167	3942	25676	70909	
E_103x_SLV_q=1.36_63	25694	4978	1513	<b>75321</b>	22726	
E_103y_SLV_q=1.36_64	25694	2167	3942	25676	<b>70909</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	6205.97	6341.99	4043.6
2	0	-3.6	2913.5	-632.19	1666.21
3	3.6	3.6	7188.07	7394.11	7326.42
4	3.6	-3.6	3895.6	419.934	4949.03
5	-3.6	-3.6	1931.41	-1684.3	-1616.6
6	-3.6	3.6	5223.88	5289.87	760.776
7	3.6	0	5541.83	3907.02	6137.72
8	-3.6	0	3577.65	1802.78	-427.92
9	0	0	4559.74	2854.9	2854.9
taglio equivalente			214.267	578.051	499.792
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.18
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	7188	187	104	562	311
combo2	7394	553	168	1659	504
combo3	7326	241	438	722	1314
combo4	-1684	553	168	1659	504



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

Descrizione:

**Tipologia Sezione**

Predefinite (Sollec. rette. Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)

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

Rettangolari di Pareti

Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

**Normativa**

NTC 2018  EC2/EC8

**Caratteristiche della sezione**

Pilastro

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

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

Circolare DM18/EC2  DM '96 (Istruzioni)

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

Metodo AAEM  Ap.fessure riferite alla zona efficace Condizioni Ambientali (S.L.E.):

Ordinarie  Moderat. agr.  Molto agr.

**Tipo di combinazioni di calcolo**

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CDB (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

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

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

NOME SEZIONE: palo 1.2

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.3	24	30
2	0.0	0.0	41.6	12	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	7188.07	453.75	250.97	0.00	0.00
2	1402.61	225.16	85.94	0.00	0.00
3	7188.07	453.75	250.97	0.00	0.00
4	7141.48	365.96	348.42	0.00	0.00
5	7188.07	453.75	250.97	0.00	0.00
6	7141.48	365.96	348.42	0.00	0.00
7	7394.11	1338.43	406.80	0.00	0.00
8	-1684.31	1338.43	406.80	0.00	0.00
9	7394.11	1338.43	406.80	0.00	0.00
10	7326.42	582.73	1059.86	0.00	0.00
11	7394.11	1338.43	406.80	0.00	0.00
12	7326.42	582.73	1059.86	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	5040.49	312.85	154.31
2	1169.03	252.26	214.46
3	5040.49	312.85	154.31
4	5007.54	252.26	221.88
5	5040.49	312.85	154.31
6	5007.54	252.26	221.88
7	6400.66	818.22	266.64
8	-669.22	818.22	266.64
9	5749.29	818.22	266.64
10	5706.06	336.41	682.90
11	5749.29	930.16	266.64
12	5706.06	336.41	682.90

**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	5007.54	252.26 (0.00)	221.88 (0.00)
2	1169.03	252.26 (1081.06)	214.46 (919.07)
3	5007.54	252.26 (0.00)	221.88 (0.00)
4	5007.54	252.26 (0.00)	221.88 (0.00)
5	5007.54	252.26 (0.00)	221.88 (0.00)
6	5007.54	252.26 (0.00)	221.88 (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	3058.38	0.76 (0.00)	49.49 (0.00)
2	2532.07	0.76 (0.00)	49.49 (0.00)
3	3058.38	0.76 (0.00)	49.49 (0.00)
4	3058.38	0.76 (0.00)	49.49 (0.00)
5	3058.38	0.76 (0.00)	49.49 (0.00)
6	3058.38	0.76 (0.00)	49.49 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	7188.07	453.75	250.97	7188.21	4011.27	2218.94	8.84	254.5(33.9)
2	S	1402.61	225.16	85.94	1402.49	3873.23	1461.66	17.18	254.5(33.9)
3	S	7188.07	453.75	250.97	7188.21	4011.27	2218.94	8.84	254.5(33.9)
4	S	7141.48	365.96	348.42	7141.64	3325.20	3165.28	9.09	254.5(33.9)
5	S	7188.07	453.75	250.97	7188.21	4011.27	2218.94	8.84	254.5(33.9)
6	S	7141.48	365.96	348.42	7141.64	3325.20	3165.28	9.09	254.5(33.9)
7	S	7394.11	1338.43	406.80	7394.13	4384.30	1333.01	3.28	254.5(33.9)
8	S	-1684.31	1338.43	406.80	-1684.33	3241.93	999.72	2.43	254.5(33.9)
9	S	7394.11	1338.43	406.80	7394.13	4384.30	1333.01	3.28	254.5(33.9)
10	S	7326.42	582.73	1059.86	7326.46	2206.01	4011.26	3.78	254.5(33.9)
11	S	7394.11	1338.43	406.80	7394.13	4384.30	1333.01	3.28	254.5(33.9)
12	S	7326.42	582.73	1059.86	7326.46	2206.01	4011.26	3.78	254.5(33.9)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	29.0	0.9	0.00297	25.2	43.6	-0.00255	-25.2	-43.6
2	0.00350	21.4	0.9	0.00269	13.0	48.6	-0.00542	-13.0	-48.6
3	0.00350	29.0	0.9	0.00297	25.2	43.6	-0.00255	-25.2	-43.6
4	0.00350	41.4	0.9	0.00297	35.6	35.6	-0.00257	-35.6	-35.6
5	0.00350	29.0	0.9	0.00297	25.2	43.6	-0.00255	-25.2	-43.6
6	0.00350	41.4	0.9	0.00297	35.6	35.6	-0.00257	-35.6	-35.6
7	0.00350	17.4	57.0	0.00297	13.0	48.6	-0.00249	-13.0	-48.6
8	0.00350	17.4	57.0	0.00245	13.0	48.6	-0.00841	-13.0	-48.6
9	0.00350	17.4	57.0	0.00297	13.0	48.6	-0.00249	-13.0	-48.6
10	0.00350	52.6	26.5	0.00297	43.6	25.2	-0.00251	-43.6	-25.2
11	0.00350	17.4	57.7	0.00297	13.0	48.6	-0.00249	-13.0	-48.6
12	0.00350	52.6	26.5	0.00297	43.6	25.2	-0.00251	-43.6	-25.2

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

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.

x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000026563	0.000048026	0.000207028	----	----
2	0.000028905	0.000075730	-0.001363522	----	----
3	0.000026563	0.000048026	0.000207028	----	----
4	0.000037952	0.000039862	0.000197645	----	----
5	0.000026563	0.000048026	0.000207028	----	----
6	0.000037952	0.000039862	0.000197645	----	----
7	0.000015793	0.000051961	0.000241495	----	----
8	0.000031417	0.000103365	-0.002982051	----	----
9	0.000015793	0.000051961	0.000241495	----	----
10	0.000047745	0.000026251	0.000230835	----	----
11	0.000015793	0.000051961	0.000241495	----	----
12	0.000047745	0.000026251	0.000230835	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.78	26.5	0.0	31.9	-25.2	-43.6	----	----
2	S	2.24	38.9	0.0	-8.2	-35.6	-35.6	378	7.1
3	S	4.78	26.5	0.0	31.9	-25.2	-43.6	----	----
4	S	4.70	39.6	0.0	32.2	-35.6	-35.6	----	----
5	S	4.78	26.5	0.0	31.9	-25.2	-43.6	----	----
6	S	4.70	39.6	0.0	32.2	-35.6	-35.6	----	----
7	S	7.79	18.6	0.0	18.8	-13.0	-48.6	----	----
8	S	4.98	18.6	0.0	-153.4	-13.0	-48.6	2002	63.6
9	S	7.36	18.6	0.0	12.3	-13.0	-48.6	----	----
10	S	6.92	53.8	0.0	17.1	-43.6	-25.2	----	----
11	S	7.81	16.5	0.0	6.6	-13.0	-48.6	0	0.0
12	S	6.92	53.8	0.0	17.1	-43.6	-25.2	----	----

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
Esito della verifica  
e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  
e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff  
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2 =  $(e1 + e2)/(2 * e1)$  [eq.(7.13)EC2]  
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo =  $0.6 S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk Apertura fessure in mm calcolata =  $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$  [(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	-0.00006	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	733	0.018 (990.00)	1081.06	919.07
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	-0.00009	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	2104.29	706.54
8	S	-0.00087	0	0.833	30.0	82	0.00048 (0.00046)	546	0.260 (990.00)	523.18	170.49
9	S	-0.00012	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	1733.85	582.16
10	S	-0.00009	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	1015.30	1898.89
11	S	-0.00002	0	0.833	30.0	82	0.00048 (0.00046)	0	0.006 (990.00)	11699.07	3353.66
12	S	-0.00016	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	624.95	1432.90

**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	4.70	39.6	0.0	32.2	-35.6	-35.6	---	---
2	S	2.24	38.9	0.0	-8.2	-35.6	-35.6	378	7.1
3	S	4.70	39.6	0.0	32.2	-35.6	-35.6	---	---
4	S	4.70	39.6	0.0	32.2	-35.6	-35.6	---	---
5	S	4.70	39.6	0.0	32.2	-35.6	-35.6	---	---
6	S	4.70	39.6	0.0	32.2	-35.6	-35.6	---	---

**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	-0.00006	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	733	0.018 (0.20)	1081.06	919.07
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.23	60.0	0.0	27.8	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.88	60.0	0.0	22.5	-50.3	0.0	---	---
3	S	2.23	60.0	0.0	27.8	-50.3	0.0	---	---
4	S	2.23	60.0	0.0	27.8	-50.3	0.0	---	---
5	S	2.23	60.0	0.0	27.8	-50.3	0.0	---	---
6	S	2.23	60.0	0.0	27.8	-50.3	0.0	---	---

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile - P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

### 10.3 Verifica a taglio

A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente,

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	41038	1687	933	35559	21213	
E_103x_SLV_q=1_66	25694	<b>6419</b>	1886	100837	30153	
E_103y_SLV_q=1_67	25694	2600	<b>5185</b>	33330	95666	
E_103x_SLV_q=1_66	25694	6419	1886	100837	30153	
E_103y_SLV_q=1_67	25694	2600	5185	33330	95666	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	6419	2600
sollecitazione massima direzione y	Ty	1886	5185
vettore complessivo, singolo palo	T	743	644

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>	743	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.76	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505002</b>	REV. <b>B</b>

## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	65 kg/mc
Plinto di fondazione	170 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 195 kg/mc