

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

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

**PROGETTO DEFINITIVO**

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

**VII1 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 885m**

*Relazione di calcolo Pile - P3*

SCALA:

-

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

**RS3T    30    D    09    CL    VI1105    001    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: RS3T30D09CLVI1105001B

n. Elab.: 09\_264

 <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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
3.	MATERIALI .....	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	9
4.	DATI DI BASE .....	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	17
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	18
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	18
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	19
5.3	Carichi da traffico verticali .....	19
5.4	Effetti dinamici .....	21
5.5	Disposizione treni di carico.....	21
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	25
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	25
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	27
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	28
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i> .....	29
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	29
5.7	Azione Sismica .....	32
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	33
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	34
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	39
5.7.4	<i>Risposta sismica locale</i> .....	40
5.7.5	<i>Check analisi statica</i> .....	41
5.7.6	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	42
5.7.7	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	43
5.8	Azione Idrostatica.....	44
6.	SOLLECITAZIONI.....	47
6.1	Combinazioni di carico .....	47

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

6.1.1	Configurazione 1 .....	47
6.1.2	Configurazione 2 .....	53
6.1.3	Configurazione 3 .....	59
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	65
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	65
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	71
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	74
8.	FUSTO PILA .....	74
8.1	Modellazione .....	76
8.2	Verifica a presso flessione .....	76
8.3	Verifica a taglio .....	85
8.4	Verifica minimi di armatura .....	86
8.5	Verifica spostamenti.....	88
9.	PULVINO.....	89
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	90
9.2	Verifica dei nodi.....	91
10.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	92
10.1	Dimensionamento armature .....	94
10.2	Verifica a presso-flessione.....	96
10.2.1	Direzione trasversale.....	96
10.2.2	Direzione longitudinale.....	101
10.3	Verifica a punzonamento .....	106
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	107
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	107
11.2	Verifica strutturale .....	107
11.3	Verifica a taglio.....	109
12.	INCIDENZE .....	116

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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 VI11 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 3 che rappresenta la tipologica per tutte le pile comprese nel range di altezze 5.5m e 8.30m, con impalcato 25m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI11 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 885m, ed è costituito da 32 campate isostatiche di luce 25m, 40 e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, le campate di luce maggiore sono miste a due travi.

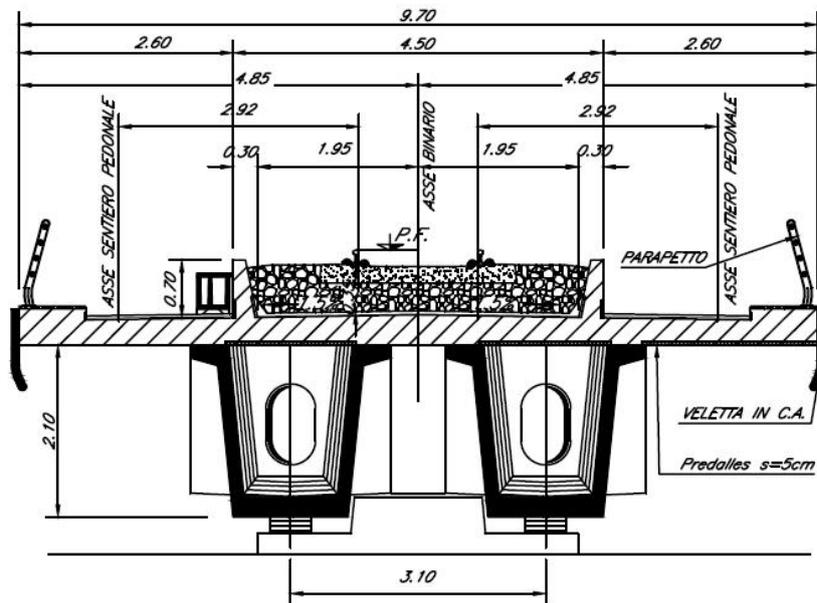
Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 3.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 3.30m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

Il plinto presenta uno spessore di 2.5metri 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



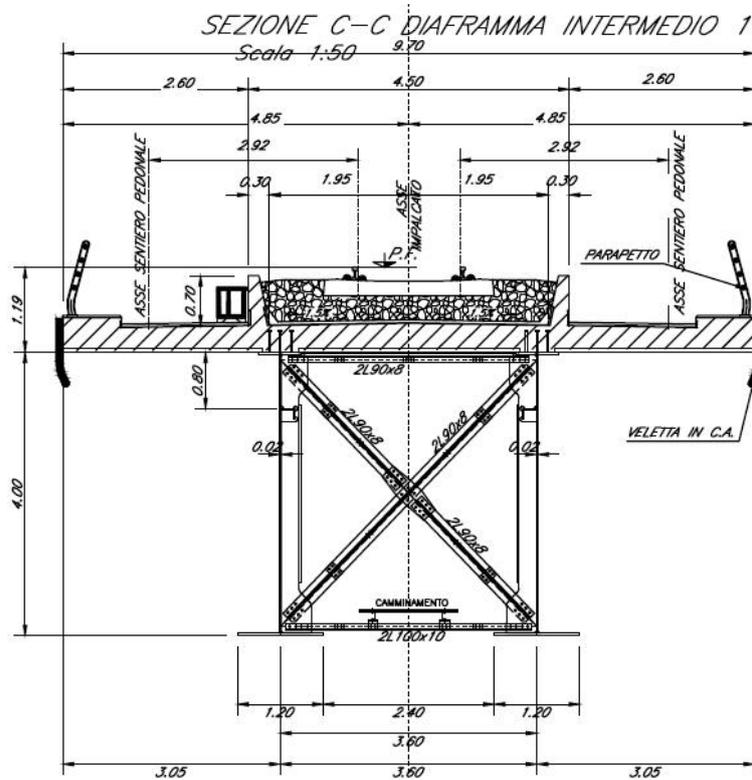
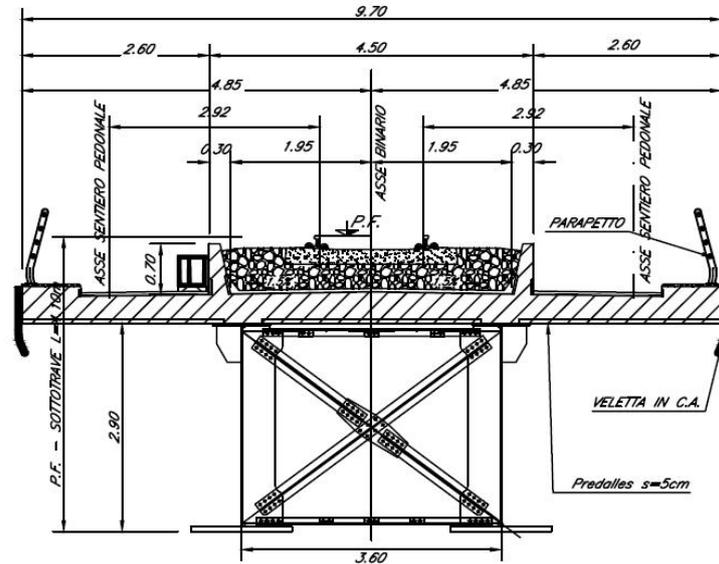


Figura 2: sezione trasversale impalcato

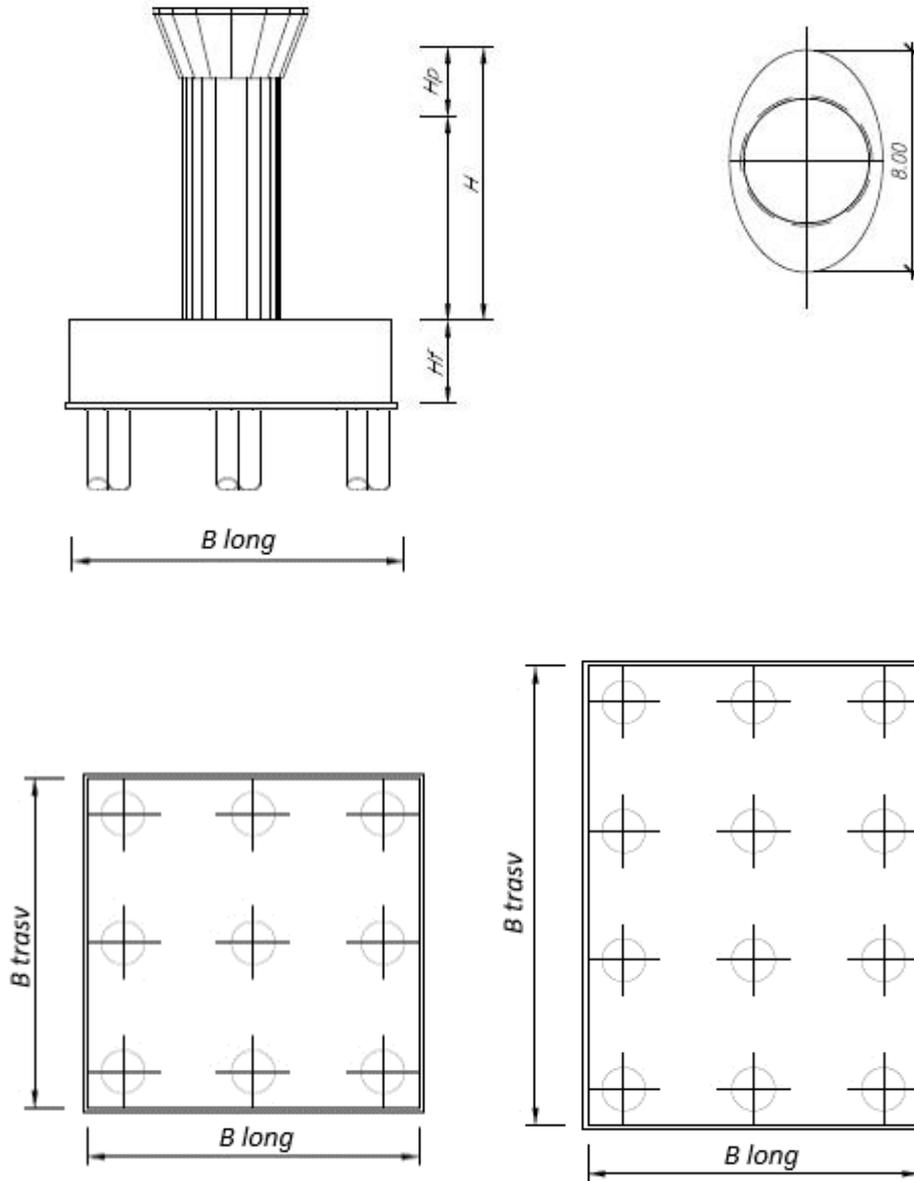


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pile

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*

## 3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

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

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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

 <b>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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

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

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

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

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

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

## 4. DATI DI BASE

### 4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 3.5m, una altezza complessiva di 8.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 2.5m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	8.3	m
tipologia di sezione					<b>circolare</b>	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	1.75	m
area della sezione				A	9.621	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	7.366	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	7.366	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	1515	kN
<b>PULVINO</b>						
asse minore ellisse				a	5.48	m
asse maggiore ellisse				b	8	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	2295	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
asse minore ellisse				a	9.6	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	2.5	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	82.5	m <sup>3</sup>
peso di vulume del terreno				y	19	kN/3
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

#### 4.2 Modelli di analisi e verifica

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

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

#### 4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

	Azioni	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2) (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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

## 5. ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Peso proprio elementi strutturali

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

viadotto a binario					Singolo		
lato impalcato					<b>SX</b>		<b>DX</b>
tipologia di impalcato					2'TR		2'TR
luce impalcato					25	m	25
							m
<b>DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE</b>							
altezza cassoncino			h		2.1	m	2.1
spessore medio soletta			s		0.41	m	0.41
estradosso impalcato			H		2.51	m	2.51
spessore ballast + rotaia			hb		0.88	m	0.88
altezza PF da estradosso trave			h2		1.19	m	1.19
lunghezza travata			L		24.3	m	24.3
luce appoggi travata			La		22.8	m	22.8
larghezza totale impalcato			B		9.7	m	
peso permanente strutturale			G1		4050	kN	4050
peso permanenti non strutt			G2		3084	kN	3084

<b>Altezze da intradosso del cassoncino</b>							
baricentro del cassoncino			gc		0.89	m	0.89
area cassoncino			Ac		1.14	m <sup>2</sup>	1.14
baricentro della soletta			gs		2.32	m	2.32
area soletta			As		1.00	m <sup>2</sup>	1.00
baricentro sezione trave+soletta	(da intradosso trave)		Gb1		1.56	m	1.56
baricentro del ballast	(da intradosso trave)		Gb2		2.95	m	2.95
altezza piano del ferro	(da intradosso trave)		H		3.29	m	3.29
baricentro treno	(da intradosso trave)		Gb3		5.09	m	5.09

 <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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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:

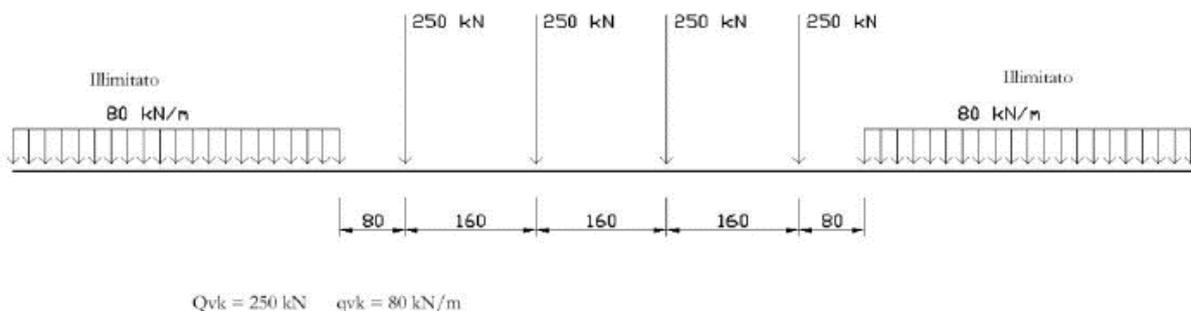
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4050	0
scarichi estradosso Pila - G2	3084	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	7757	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	3084	0
scarichi sui Pali - G1	15869	0
scarichi sui Pali - G2	3084	0

## 5.3 Carichi da traffico verticali

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

### ➤ Modello di carico LM71

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



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

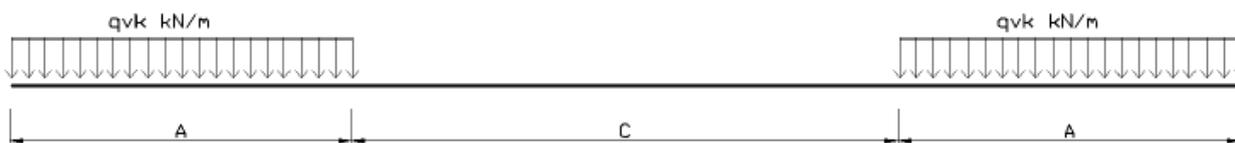
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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	3350	238	335
COMBO ML	2055	2467	206
COMBO MT	3350	238	335

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

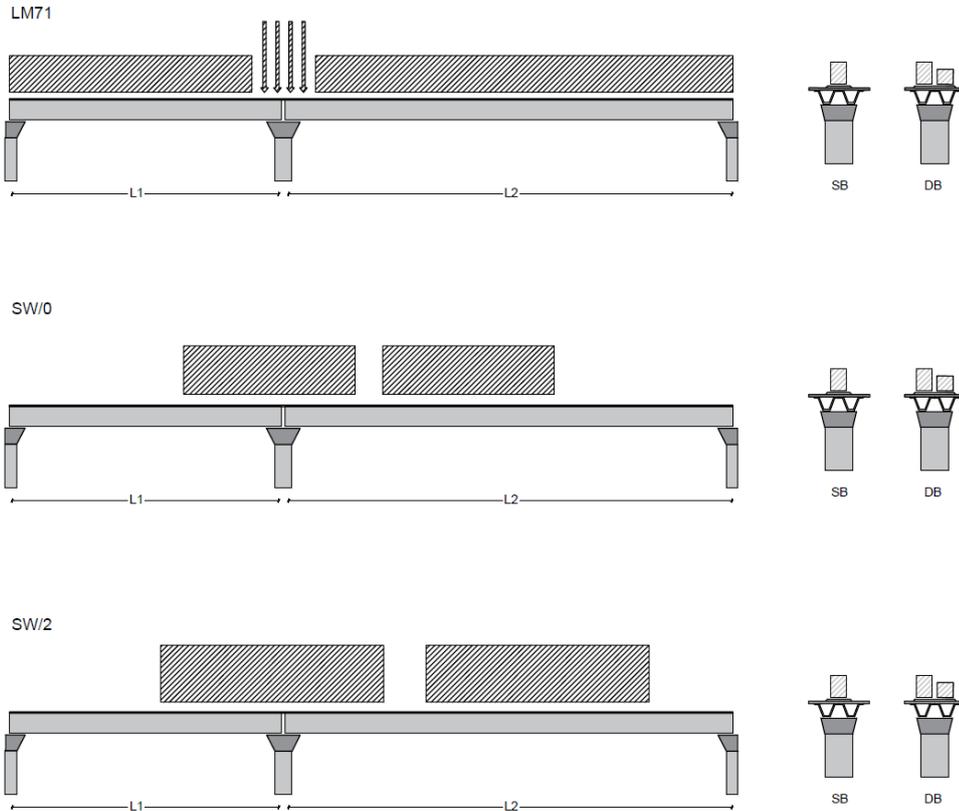


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

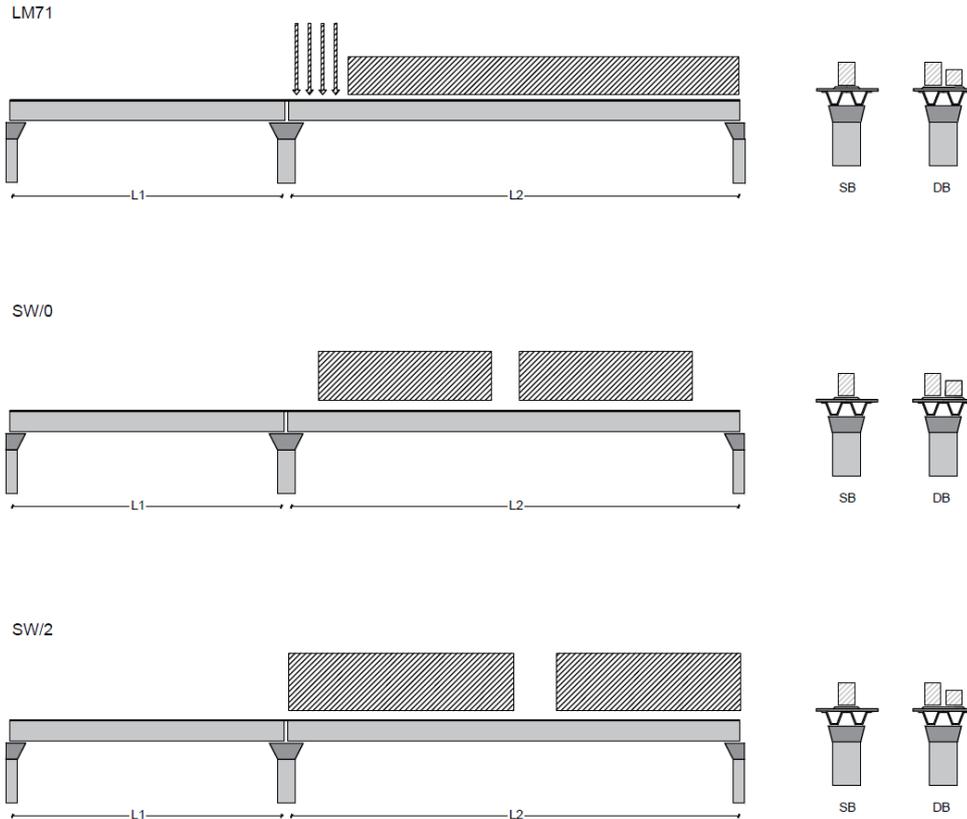


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

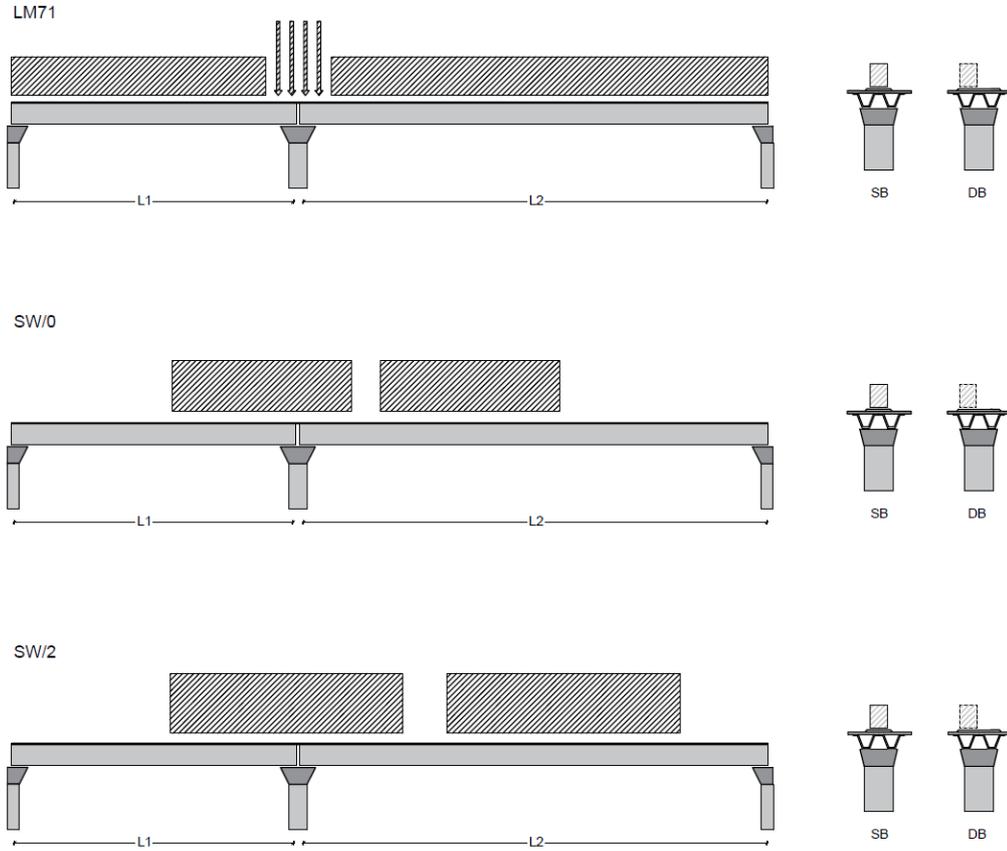


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	1000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					V <sub>max</sub>	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					L <sub>f</sub>	22.8	m
fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> 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, α, e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
<b>LM71 caso a</b>							
velocità massima					V <sub>max</sub>	120	
fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Q <sub>vk</sub>	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					q <sub>vk</sub>	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Q <sub>tk</sub>	<b>41.2</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					q <sub>tk</sub>	<b>13.2</b>	kN/m
<b>LM71 caso b</b>							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					V <sub>max</sub>	160	
fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> e della V					f	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	



 <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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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>24.3</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	24.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	534.6	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	19	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	418	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	24.3		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	850.5		

#### AVVIAMENTO

LM/71					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	882.09	kN	
SW/0					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	689.7	kN	
SW/2					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	801.9	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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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	24.3	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>4050</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>3084</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>4382</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>232.3</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>104.6</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>367</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	8.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	8.75	m
	altezza di riferimento	z	12.505	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.50	
	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	1337.24	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.51	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.51	m
		d/h	1.29161	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.04481	
	forza trasversale	fx	20.5	
	forza equivalente in testa pila	Fx	499.0	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2098.3	kn/m

ponte scarico				
altezza di impatto treno o barriere	htot	7.39	m	
rapporto geometrico	d/h	1.31258		
coefficiente di forza trasversale	cfx	2.03904		
forza trasversale	fx	20.2		
forza equivalente in testa pila	Fx	489.6	kN	
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2029.6	kn/m	
VENTO SULLA PILA				
direzione trasversale				
altezza di riferimento	z	8.3	m	
coefficiente di topografia	ct	1		
coefficiente di esposizione	ce	2.23518		
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3	
pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2	
pressione statica di picco	qpicco	1337.24	n/m2	
		1.33724	Kpa	
tipologia di sezione		circolare		
larghezza trasversale pila	b	0	m	
larghezza longitudinale pila	d	0	m	
raggio della sezione	R	1.75	m	
rapporto geometrico	b/d	0.1		
rapporto geometrico	r/b	0.1		
coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2		
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75		
viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s	
numero di Reynolds	Re	8525936		
materiale pila		cls ruvido		
rugosità equivalente	k	1	mm	
rapporto	k/b	0.00057		

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90579	
	rapporto geometrico	l/b	2.37143	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2.37143	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.63566	
	forza trasversale	f tras	<b>0.8</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>6.4</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>5.0</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	1.75	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90579	
	rapporto geometrico	l/b	2.37143	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2.37143	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.63566	
	forza longitudinale	f lon	0.76995	
	forza equivalente in testa pila	F lon	6.39057	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	4.98	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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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.

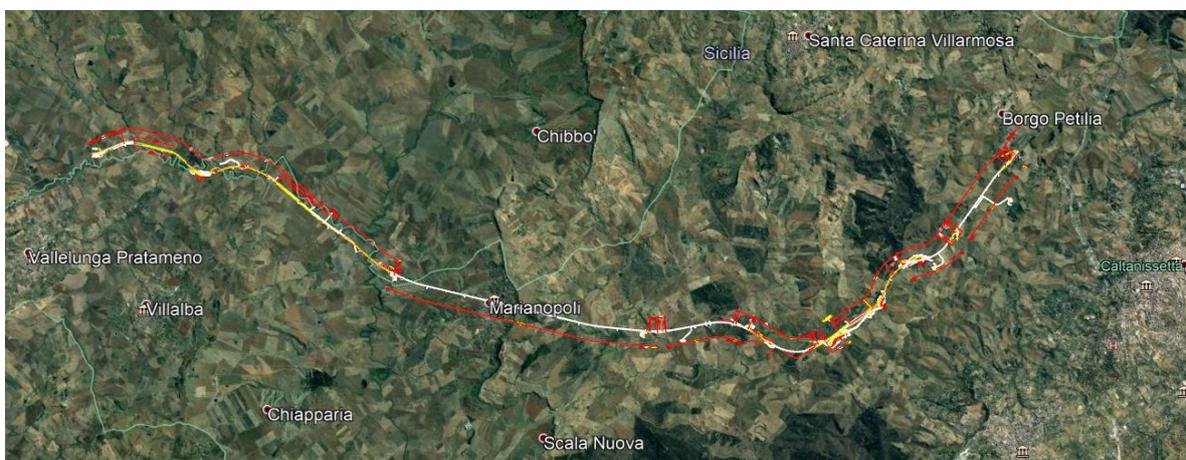


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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.

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

13.8964

37.66306

---

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Sicilia

Catania

Mineo

---

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta ||>

Variabilità dei parametri ||>

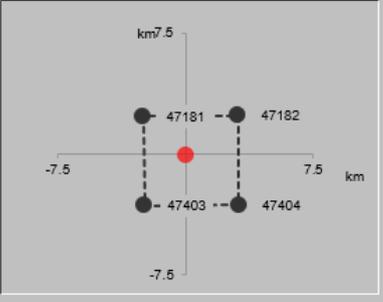
---

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

superficie rigata ▾



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

INTRO

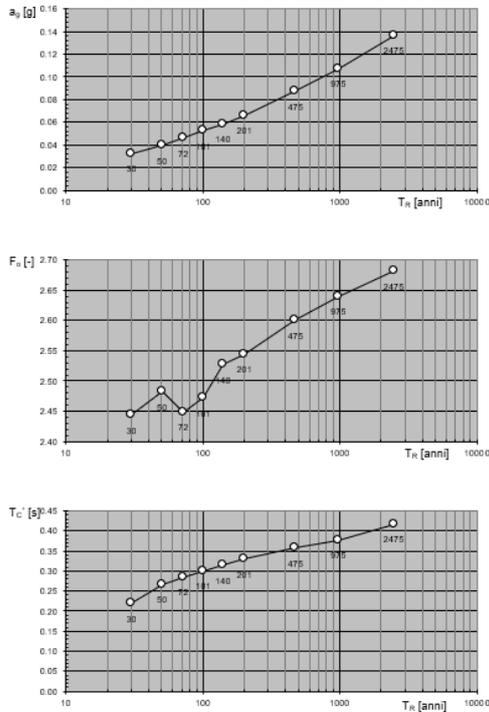
FASE 1

FASE 2

FASE 3

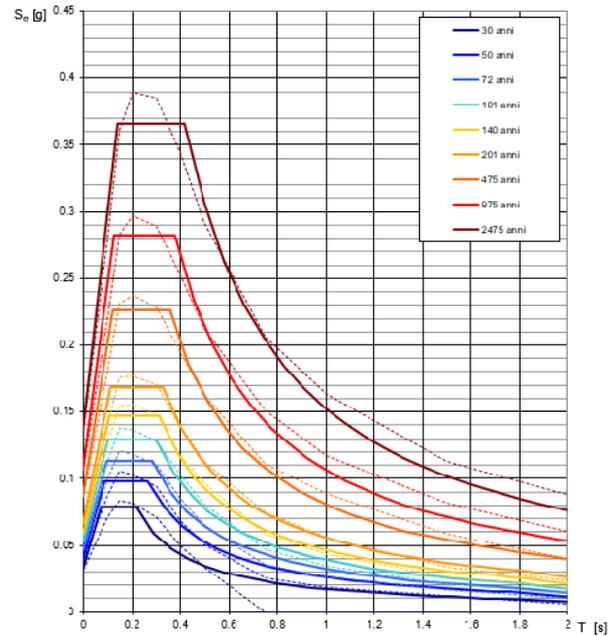
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

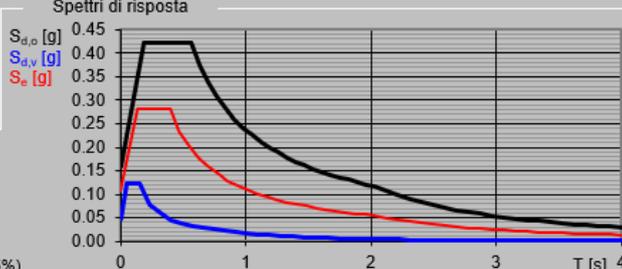
**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo **C** info  $S_s = 1.500$   $C_c = 1.427$  info  
 Categoria topografica **TI** info  $h/H = 0.000$   $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

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

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

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

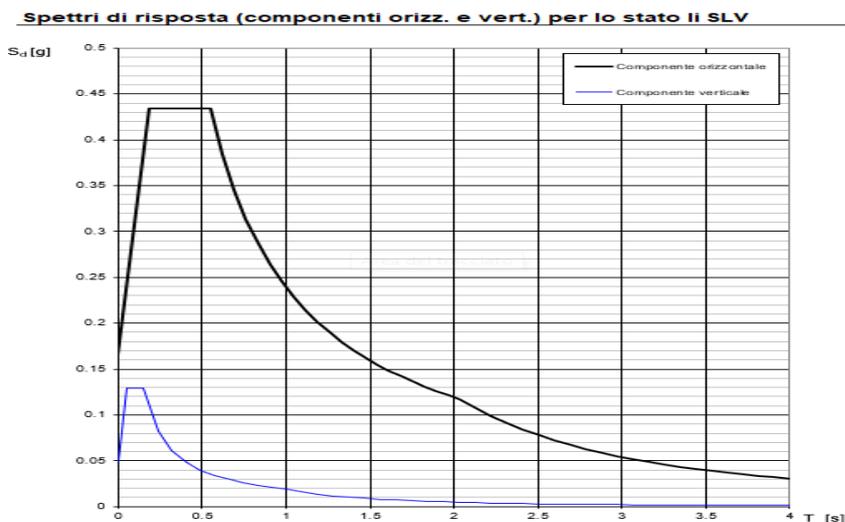
**Spettri di risposta**



— 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 IIR8LV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_p$	0.107 q
$F_s$	2.635
$T_c'$	0.395 r
$S_s$	1.500
$C_c$	1.427
$S_T$	1.000
q	1.000

**Parametri dipendenti**

S	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.188 r
$T_c$	0.564 r
$T_D$	2.027 r

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (S + 5)} \geq 0.55 \cdot \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 40 \cdot a_p / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

$$T_B \leq T < T_c \quad S_s(T) = a_p \cdot S \cdot \eta \cdot F_s$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_p \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_p \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

La spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuta dalle espressioni della spettro elastica  $S_s(T)$  moltiplicando 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	0.160
$T_B$ ←	0.188	0.422
$T_c$ ←	0.564	0.422
	0.633	0.375
	0.703	0.338
	0.773	0.308
	0.842	0.282
	0.912	0.261
	0.982	0.242
	1.051	0.226
	1.121	0.212
	1.191	0.200
	1.260	0.189
	1.330	0.179
	1.400	0.170
	1.469	0.162
	1.539	0.154
	1.609	0.148
	1.678	0.142
	1.748	0.136
	1.818	0.131
	1.887	0.126
	1.957	0.121
$T_D$ ←	2.027	0.117
	2.121	0.107
	2.215	0.098
	2.309	0.090
	2.403	0.083
	2.497	0.077
	2.590	0.072
	2.684	0.067
	2.778	0.062
	2.872	0.058
	2.966	0.055
	3.060	0.051
	3.154	0.048
	3.248	0.046
	3.342	0.043
	3.436	0.041
	3.530	0.039
	3.624	0.037
	3.718	0.035
	3.812	0.033
	3.906	0.032
	4.000	1

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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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.

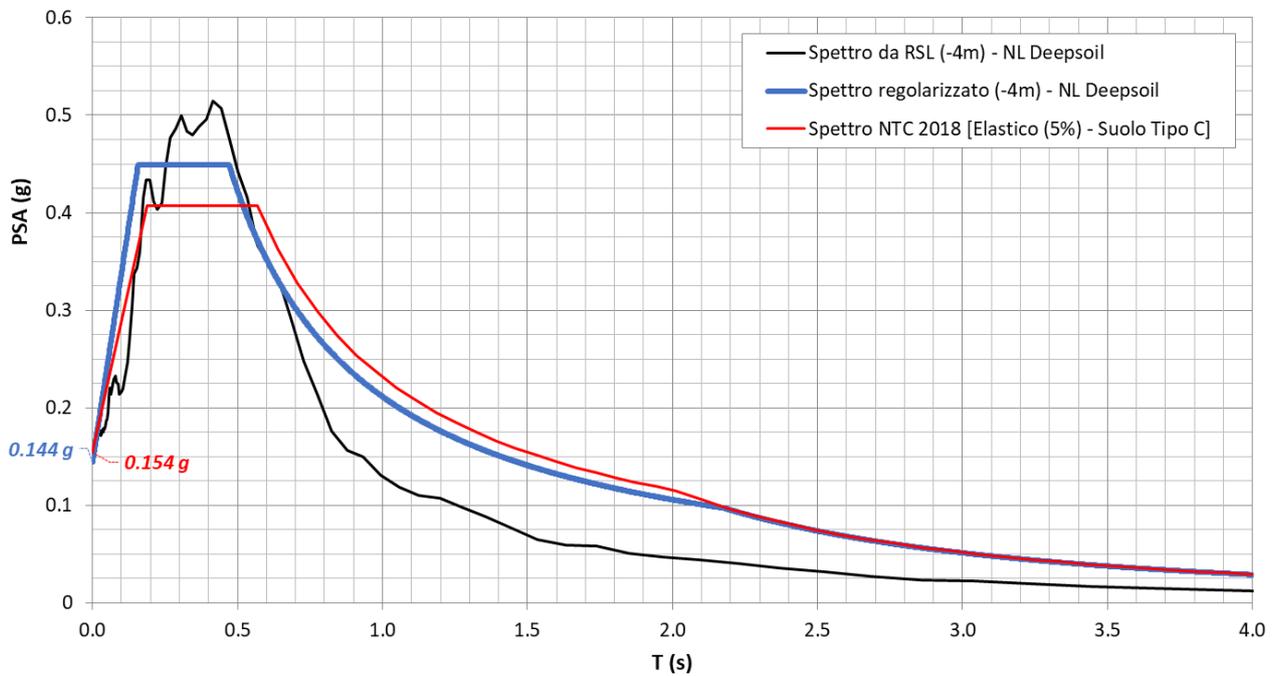
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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 Risposta sismica locale

Si riporta graficamente quanto desunto da apposite analisi di Risposta Sismica Locale, volte alla quantificazione degli effetti locali di sito e alle possibili criticità emergenti in termini di fenomeni di risonanza delle strutture.

**VI11 - prova: DH3AS41**



In tale caso la RSL risulta essere più gravosa dell'analisi semplificata di Norma.

5.7.5 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>				
massa treno per direzione long		Com Nmax	4111	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	822	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7956	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	1591	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	1515	kN
massa efficace pila		Mpe	2697	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	10653	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -1106 KN</b>
<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	3350	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	670	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7804	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	1515	kN
massa efficace pila		Mpe	2697	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	10501	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -1136.4 KN</b>
<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	3350	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	670	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7804	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	1515	kN
massa efficace pila		Mpe	2697	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	10501	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -1136.4 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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

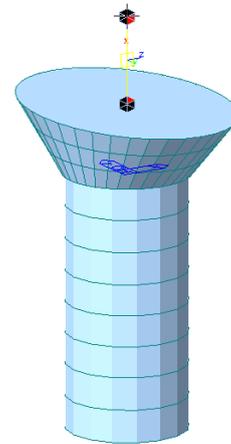
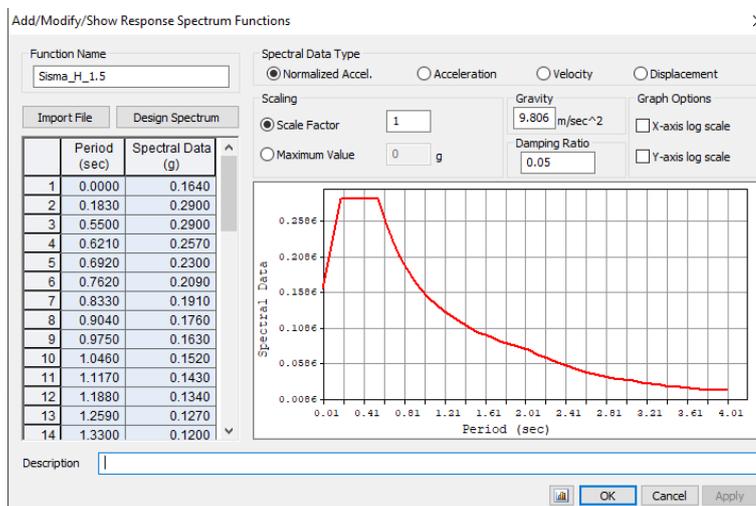
### 5.7.6 Analisi statica equivalente

area della sezione	A	9.62	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale	I11	7.37	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	7.37	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila	E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	45.00	
modulo di calcolo	E	18340	MPa
calcestruzzo	f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino	H	8.30	m
altezza plinto di fondazione	h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof	H <sub>e</sub>	8.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	K <sub>tra</sub>	2.8E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	K <sub>long</sub>	6.0E+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>	0.38	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	T <sub>long</sub>	0.26	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	T <sub>vert</sub>	0.04	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.30	0.30	0.45	0.21	g
accelerazione componente longitudinale	0.30	0.30	0.45	0.21	g
accelerazione componente verticale	0.10	0.10	0.10	0.03	g
Sforzo assiale	1100	1100	1100	367	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3141	3455	4712	2216	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	3187	3505	4780	2248	kN
Momento flessionale trasversale	35631	39194	53446	25140	kN m
Momento flessionale longitudinale	27949	30738	41891	19740	kN m

### 5.7.7 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	1269.15	2729.34	2865.76	27706.17	22271.9
SISMA q=1	1269.15	4096.93	4302.57	41604.89	33444.78
SISMA sld	324.58	1925.39	2021.98	19551.57	15716.83

Si procede con tali sollecitazioni.

## 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.

### 6.3.12 Escavazioni localizzate viadotto VI11

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	31	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P02	0.00	0.00	29	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P03	0.39	0.06	52	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.12	plinto non scoperto
P04	0.54	0.18	36	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.44	plinto non scoperto
P05	0.57	0.37	15	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	1.03	plinto non scoperto
P06	0.51	0.57	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.77	plinto scoperto
P07	0.70	0.41	39	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	1.25	plinto non scoperto
P08	0.88	0.42	27	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.52	plinto scoperto
P09	1.08	0.65	15	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.24	plinto scoperto
P10	1.17	0.90	20	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.23	plinto scoperto
P11	1.17	1.07	14	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.49	plinto scoperto
P12	1.38	1.19	14	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.97	plinto scoperto
P13	2.07	2.03	8	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.77	plinto non scoperto
P14	2.24	2.92	31	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.16	plinto scoperto
P15	1.36	1.75	30	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.10	plinto scoperto
P16	1.45	1.77	35	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.34	plinto scoperto
P17	1.63	1.66	45	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.30	plinto scoperto
P18	1.88	1.60	41	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.19	plinto scoperto
P19	1.77	1.54	30	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.76	plinto scoperto
P20	1.77	1.52	32	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.67	plinto scoperto
P21	1.41	1.70	22	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.71	plinto scoperto
P22	0.69	2.28	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.30	plinto scoperto
P23	0.93	1.55	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.89	plinto scoperto
P24	1.17	1.51	14	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.74	plinto scoperto
P25	0.57	1.12	38	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.83	plinto scoperto
P26	0.45	0.96	28	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.07	plinto scoperto
P27	0.79	1.01	0	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.59	plinto scoperto
P28	1.04	0.89	6	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.64	plinto scoperto
P29	0.70	1.01	5	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.73	plinto scoperto
P30	1.05	0.72	4	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.14	plinto scoperto
P31	0.30	1.02	20	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.85	plinto scoperto

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

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

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

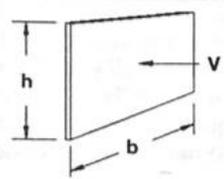
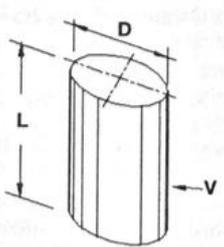
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente $C_n$
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 $\infty$	1.16 1.20 1.50 1.90
	$10^5$	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 $\infty$	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 $\infty$	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	<b>0.9</b>	m/sec
densità dell'acqua	ro	<b>1</b>	kN sec <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
altezza di riinterro pila	hri	<b>1.5</b>	m
altezza della pila	hp	<b>8.3</b>	m
altezza idrica Tr 300	h300	<b>1.17</b>	m
scalzamento massimo Tr300	dl	<b>4.23</b>	m
tipologia di sezione		<b>circolare</b>	m
larghezza trasversale pila	b	<b>0</b>	m
larghezza longitudinale pila	d	<b>0</b>	m
raggio della sezione	r	<b>1.75</b>	m
rapporto geometrico	L/D	<b>0.003143</b>	m
viscosità cinamatica	mi	<b>0.000894</b>	N s/m <sup>2</sup>
numero di Reynolds	Re	<b>3523490</b>	
coefficiente di forma	Cd	<b>0.35</b>	*

\* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

pressione dell'acqua		p	<b>0.14175</b>	kN/m2
forza risultante		Fidro	<b>15.72954</b>	kN
momento alla base pila		Mpila	<b>-17.7278</b>	kN

<b>tabella riassuntiva - Tr300</b>			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	2.67	2.5	0.23
D	1.75	9.6	1.2
L/D	1.526	3.84	0.19166667
Re	1.76E+06	9.66E+06	1.21E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.14175	0.4779	0.14175
B	1.75	9.6	6
F	0.66	14.87	0.20
M	0.88	-18.59	-0.02

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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	14950.6	616.613	747.834	622.402	3418.78	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	10423.3	0	584.853	0	2859.65	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	14950.6	1233.23	497.692	899.878	2007.98	
A1_SLU_gr4_centrif_4	13979	986.58	612.8	719.902	2741.56	
A1_SLU_gr1+vento_5	14950.6	622.364	1194.27	622.402	5245.42	
A1_SLU_gr2+vento_6	10423.3	5.75152	1031.29	0	4686.29	
A1_SLU_gr3+vento_7	14950.6	1238.98	944.128	899.878	3834.62	
A1_SLU_gr4+vento_8	13979	992.332	1059.24	719.902	4568.2	
A1_SLU_vento_gr1_9	13979	502.876	1314.35	497.922	5766.83	
A1_SLU_vento_gr2_10	10357.2	9.58586	1210.04	0	5331.26	
A1_SLU_vento_gr3_11	13979	996.166	1114.23	719.902	4638.19	
A1_SLU_vento_gr4_12	13979	996.166	1356.86	719.902	5785.96	
SLE_rar_gr1_Treno_14	10483.7	425.25	473.874	429.243	2338.94	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	7361.47	0	398.94	0	1970.19	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	10483.7	850.5	301.362	620.605	1365.97	
SLE_rar_gr4_centrif_17	9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51	
SLE_rar_gr1+vento_18	10483.7	429.084	771.498	429.243	3556.7	
SLE_rar_gr2+vento_19	7361.47	3.83434	696.564	0	3187.95	
SLE_rar_gr3+vento_20	10483.7	854.334	598.986	620.605	2583.73	
SLE_rar_gr4+vento_21	9813.66	684.234	686.412	496.484	3093.27	
SLE_rar_vento_gr1_22	9813.66	346.591	862.274	343.394	3894.96	
SLE_rar_vento_gr2_23	7315.87	6.39057	814.317	0	3605.36	
SLE_rar_vento_gr3_24	9813.66	686.791	724.265	496.484	3116.59	
SLE_rar_vento_gr4_25	9813.66	686.791	884.828	496.484	3905.11	

SLE_fre_gr1_Treno_27	9813.66	340.2	351.198	343.394	1858.59
SLE_fre_gr2_Scarico_28	7315.87	0	311.234	0	1572.59
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	9813.66	680.4	213.189	496.484	1080.22
SLE_fre_gr4_centrif_30	9813.66	680.4	369.993	496.484	1867.05
SLE_fre_gr1+vento_31	9813.66	341.478	450.406	343.394	2264.51
SLE_fre_gr2+vento_32	7315.87	1.27811	410.442	0	1978.51
SLE_fre_gr3+vento_33	9813.66	681.678	312.397	496.484	1486.14
SLE_fre_gr4+vento_34	9813.66	681.678	469.201	496.484	2272.97
SLE_fre_vento_gr1_35	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97
SLE_fre_vento_gr2_36	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97
SLE_fre_vento_gr3_37	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97
SLE_fre_vento_gr4_38	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97
SLE_fre_gr1_temp39	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_fre_gr2_temp40	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_fre_gr3_temp41	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_fre_gr3_temp42	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_qp_gr1_Treno_44	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_45	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_47	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr2+vento_49	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr3+vento_50	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr4+vento_51	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr1_52	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr2_53	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr3_54	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr4_55	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr1_temp56	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp57	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp58	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp59	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_60	7514.22	2867.04	958.381	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	7514.22	861.006	2868.92	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	8402.62	861.006	958.381	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	7514.22	3153.61	1040.26	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	7514.22	946.979	3141.85	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	8402.62	946.979	1040.26	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	7514.22	4303.85	1368.66	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	7514.22	1292.05	4236.51	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	8402.62	1292.05	1368.66	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	7230.84	2023.26	717.196	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	7230.84	607.872	2064.97	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	7458.05	607.872	717.196	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	19955.5	616.613	747.834	5740.29	9625.8
A1_SLU_gr2_Scarico_2	15428.2	0	584.853	0	7713.93
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	19955.5	1233.23	497.692	11135.6	6138.82
A1_SLU_gr4_centrif_4	18983.9	986.58	612.8	8908.52	7827.81
A1_SLU_gr1+vento_5	19955.5	622.364	1194.27	5788.02	15157.9
A1_SLU_gr2+vento_6	15428.2	5.75152	1031.29	47.7376	13246
A1_SLU_gr3+vento_7	19955.5	1238.98	944.128	11183.4	11670.9
A1_SLU_gr4+vento_8	18983.9	992.332	1059.24	8956.25	13359.9
A1_SLU_vento_gr1_9	18983.9	502.876	1314.35	4671.79	16675.9
A1_SLU_vento_gr2_10	15362.1	9.58586	1210.04	79.5626	15374.6
A1_SLU_vento_gr3_11	18983.9	996.166	1114.23	8988.08	13886.3
A1_SLU_vento_gr4_12	18983.9	996.166	1356.86	8988.08	17047.9
SLE_rar_gr1_Treno_14	14191	425.25	473.874	3958.82	6272.09
SLE_rar_gr2_Scarico_15	11068.8	0	398.94	0	5281.4
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14191	850.5	301.362	7679.76	3867.28
SLE_rar_gr4_centrif_17	13521	680.4	388.788	6143.8	5102.45
SLE_rar_gr1+vento_18	14191	429.084	771.498	3990.64	9960.13
SLE_rar_gr2+vento_19	11068.8	3.83434	696.564	31.8251	8969.43
SLE_rar_gr3+vento_20	14191	854.334	598.986	7711.58	7555.32
SLE_rar_gr4+vento_21	13521	684.234	686.412	6175.63	8790.49
SLE_rar_vento_gr1_22	13521	346.591	862.274	3220.1	11051.8
SLE_rar_vento_gr2_23	11023.2	6.39057	814.317	53.0418	10364.2
SLE_rar_vento_gr3_24	13521	686.791	724.265	6196.85	9127.99
SLE_rar_vento_gr4_25	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2
SLE_fre_gr1_Treno_27	13521	340.2	351.198	3167.05	4773.54
SLE_fre_gr2_Scarico_28	11023.2	0	311.234	0	4155.83
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13521	680.4	213.189	6143.8	2849.69
SLE_fre_gr4_centrif_30	13521	680.4	369.993	6143.8	4938
SLE_fre_gr1+vento_31	13521	341.478	450.406	3177.66	6002.89
SLE_fre_gr2+vento_32	11023.2	1.27811	410.442	10.6084	5385.18
SLE_fre_gr3+vento_33	13521	681.678	312.397	6154.41	4079.04
SLE_fre_gr4+vento_34	13521	681.678	469.201	6154.41	6167.34
SLE_fre_vento_gr1_35	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61

SLE_fre_vento_gr2_36	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61
SLE_fre_vento_gr3_37	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61
SLE_fre_vento_gr4_38	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61
SLE_fre_gr1_temp39	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_fre_gr2_temp40	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_fre_gr3_temp41	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_fre_gr3_temp42	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_qp_gr1_Treno_44	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr2_Scarico_45	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr4_centrif_47	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr1+vento_48	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr2+vento_49	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr3+vento_50	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr4+vento_51	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr1_52	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr2_53	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr3_54	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr4_55	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr1_temp56	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr2_temp57	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr3_temp58	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr3_temp59	10840.8	0	40.3709	0	353.246
E_103x_SLV_q=1.5_60	11221.5	2867.04	958.381	22271.9	8735.94
E_103y_SLV_q=1.5_61	11221.5	861.006	2868.92	6681.57	28130.3
E_103z_SLV_q=1.5_62	12109.9	861.006	958.381	6681.57	8735.94
E_103x_SLV_q=1.36_63	11221.5	3153.61	1040.26	24499.1	9567.12
E_103y_SLV_q=1.36_64	11221.5	946.979	3141.85	7349.73	30900.9
E_103z_SLV_q=1.36_65	12109.9	946.979	1040.26	7349.73	9567.12
E_103x_SLV_q=1_66	11221.5	4303.85	1368.66	33444.8	12905.6
E_103y_SLV_q=1_67	11221.5	1292.05	4236.51	10033.4	42029
E_103z_SLV_q=1_68	12109.9	1292.05	1368.66	10033.4	12905.6
E_103x_SLD_q=1_69	10938.2	2023.26	717.196	15716.8	6289.56
E_103y_SLD_q=1_70	10938.2	607.872	2064.97	4715.05	19975.7
E_103z_SLD_q=1_71	11165.4	607.872	717.196	4715.05	6289.56

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	30907.2	616.613	747.834	7281.82	11495.4
A1_SLU_gr2_Scarico_2	26379.9	0	584.853	0	9176.06
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30907.2	1233.23	497.692	14218.7	7383.05
A1_SLU_gr4_centrif_4	29935.6	986.58	612.8	11375	9359.81
A1_SLU_gr1+vento_5	30907.2	622.364	1194.27	7343.93	18143.5
A1_SLU_gr2+vento_6	26379.9	5.75152	1031.29	62.1164	15824.2
A1_SLU_gr3+vento_7	30907.2	1238.98	944.128	14280.8	14031.2
A1_SLU_gr4+vento_8	29935.6	992.332	1059.24	11437.1	16008
A1_SLU_vento_gr1_9	29935.6	502.876	1314.35	5928.98	19961.8
A1_SLU_vento_gr2_10	26313.8	9.58586	1210.04	103.527	18399.7
A1_SLU_vento_gr3_11	29935.6	996.166	1114.23	11478.5	16671.9
A1_SLU_vento_gr4_12	29935.6	996.166	1356.86	11478.5	20440.1
SLE_rar_gr1_Treno_14	22303.4	425.25	473.874	5021.94	7456.78
SLE_rar_gr2_Scarico_15	19181.2	0	398.94	0	6278.75
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	22303.4	850.5	301.362	9806.01	4620.69
SLE_rar_gr4_centrif_17	21633.3	680.4	388.788	7844.8	6074.42
SLE_rar_gr1+vento_18	22303.4	429.084	771.498	5063.35	11888.9
SLE_rar_gr2+vento_19	19181.2	3.83434	696.564	41.4109	10710.8
SLE_rar_gr3+vento_20	22303.4	854.334	598.986	9847.42	9052.78
SLE_rar_gr4+vento_21	21633.3	684.234	686.412	7886.22	10506.5
SLE_rar_vento_gr1_22	21633.3	346.591	862.274	4086.57	13207.5
SLE_rar_vento_gr2_23	19135.6	6.39057	814.317	69.0182	12400
SLE_rar_vento_gr3_24	21633.3	686.791	724.265	7913.82	10938.6
SLE_rar_vento_gr4_25	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3
SLE_fre_gr1_Treno_27	21633.3	340.2	351.198	4017.55	5651.54
SLE_fre_gr2_Scarico_28	19135.6	0	311.234	0	4933.91
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	21633.3	680.4	213.189	7844.8	3382.66
SLE_fre_gr4_centrif_30	21633.3	680.4	369.993	7844.8	5862.98
SLE_fre_gr1+vento_31	21633.3	341.478	450.406	4031.36	7128.9
SLE_fre_gr2+vento_32	19135.6	1.27811	410.442	13.8036	6411.28
SLE_fre_gr3+vento_33	21633.3	681.678	312.397	7858.61	4860.03
SLE_fre_gr4+vento_34	21633.3	681.678	469.201	7858.61	7340.34
SLE_fre_vento_gr1_35	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59
SLE_fre_vento_gr2_36	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59

SLE_fre_vento_gr3_37	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59
SLE_fre_vento_gr4_38	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59
SLE_fre_gr1_temp39	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_fre_gr2_temp40	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_fre_gr3_temp41	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_fre_gr3_temp42	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_qp_gr1_Treno_44	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr2_Scarico_45	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr4_centrif_47	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr1+vento_48	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr2+vento_49	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr3+vento_50	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr4+vento_51	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr1_52	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr2_53	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr3_54	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr4_55	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr1_temp56	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr2_temp57	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr3_temp58	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr3_temp59	18953.2	0	40.3709	0	454.173
E_103x_SLV_q=1.5_60	19448.4	3697.91	1207.64	31516.7	11755
E_103y_SLV_q=1.5_61	19448.4	1691.87	3118.18	10911.3	35925.7
E_103z_SLV_q=1.5_62	20603.8	1691.87	1207.64	10911.3	11755
E_103x_SLV_q=1.36_63	19448.4	3984.48	1289.52	34460.3	12790.9
E_103y_SLV_q=1.36_64	19448.4	1777.85	3391.11	11794.3	39378.7
E_103z_SLV_q=1.36_65	20603.8	1777.85	1289.52	11794.3	12790.9
E_103x_SLV_q=1_66	19448.4	5134.72	1617.92	46281.6	16950.3
E_103y_SLV_q=1_67	19448.4	2122.92	4485.77	15340.7	53243.4
E_103z_SLV_q=1_68	20603.8	2122.92	1617.92	15340.7	16950.3
E_103x_SLD_q=1_69	19090.8	2437.13	841.359	21809.7	8392.95
E_103y_SLD_q=1_70	19090.8	1021.75	2189.13	7269.42	25448.5
E_103z_SLD_q=1_71	19411.9	1021.75	841.359	7269.42	8392.95

## 6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	680.246	3853.96	3200.62
A1_SLU_gr2_Scarico_73	10423.3	0	584.853	0	2859.65
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	430.104	4131.43	1789.82
A1_SLU_gr4_centrif_75	12477.1	986.58	558.73	3305.15	2567.04
A1_SLU_gr1+vento_76	13073.1	622.364	1126.68	3853.96	5027.26
A1_SLU_gr2+vento_77	10423.3	5.75152	1031.29	0	4686.29
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1238.98	876.54	4131.43	3616.46
A1_SLU_gr4+vento_79	12477.1	992.332	1005.17	3305.15	4393.67
A1_SLU_vento_gr1_80	12477.1	502.876	1271.09	3083.17	5597.17
A1_SLU_vento_gr2_81	10357.2	9.58586	1210.04	0	5331.26
A1_SLU_vento_gr3_82	12477.1	996.166	1070.98	3305.15	4468.53
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	996.166	1302.79	3305.15	5611.43
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	442.799	2657.9	2195.47
SLE_rar_gr2_Scarico_86	7361.47	0	398.94	0	1970.19
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	270.287	2849.27	1222.51
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	363.928	2279.41	1760.74
SLE_rar_gr1+vento_89	9188.92	429.084	740.423	2657.9	3413.23
SLE_rar_gr2+vento_90	7361.47	3.83434	696.564	0	3187.95
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	854.334	567.912	2849.27	2440.27
SLE_rar_gr4+vento_92	8777.83	684.234	661.552	2279.41	2978.5
SLE_rar_vento_gr1_93	8777.83	346.591	842.386	2126.32	3782.42
SLE_rar_vento_gr2_94	7315.87	6.39057	814.317	0	3605.36
SLE_rar_vento_gr3_95	8777.83	686.791	704.377	2279.41	3004.05
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	686.791	859.968	2279.41	3790.34
SLE_fre_gr1_Treno_98	8777.83	340.2	334.625	2126.32	1747.55
SLE_fre_gr2_Scarico_99	7315.87	0	311.234	0	1572.59
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	8777.83	680.4	196.616	2279.41	969.181
SLE_fre_gr4_centrif_101	8777.83	680.4	349.277	2279.41	1754.15
SLE_fre_gr1+vento_102	8777.83	341.478	433.833	2126.32	2153.47
SLE_fre_gr2+vento_103	7315.87	1.27811	410.442	0	1978.51
SLE_fre_gr3+vento_104	8777.83	681.678	295.824	2279.41	1375.1
SLE_fre_gr4+vento_105	8777.83	681.678	448.485	2279.41	2160.07

SLE_fre_vento_gr1_106	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97
SLE_fre_vento_gr2_107	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97
SLE_fre_vento_gr3_108	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97
SLE_fre_vento_gr4_109	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97
SLE_fre_gr1_temp110	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_fre_gr2_temp111	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_fre_gr3_temp112	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_fre_gr3_temp113	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_116	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_118	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr2+vento_120	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr3+vento_121	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr4+vento_122	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr1_123	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr2_124	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr3_125	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr4_126	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr1_temp127	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp128	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp129	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp130	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_131	7514.22	2867.04	958.381	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	7514.22	861.006	2868.92	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	8402.62	861.006	958.381	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	7514.22	3153.61	1040.26	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	7514.22	946.979	3141.85	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	8402.62	946.979	1040.26	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	7514.22	4303.85	1368.66	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	7514.22	1292.05	4236.51	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	8402.62	1292.05	1368.66	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	7243.7	2249.65	804.458	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	7243.7	675.79	2355.84	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	7500.92	675.79	804.458	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	18078	616.613	680.246	8971.84	8846.66
A1_SLU_gr2_Scarico_73	15428.2	0	584.853	0	7713.93
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	18078	1233.23	430.104	14367.2	5359.68
A1_SLU_gr4_centrif_75	17481.9	986.58	558.73	11493.8	7204.5
A1_SLU_gr1+vento_76	18078	622.364	1126.68	9019.58	14378.7
A1_SLU_gr2+vento_77	15428.2	5.75152	1031.29	47.7376	13246
A1_SLU_gr3+vento_78	18078	1238.98	876.54	14414.9	10891.7
A1_SLU_gr4+vento_79	17481.9	992.332	1005.17	11541.5	12736.6
A1_SLU_vento_gr1_80	17481.9	502.876	1271.09	7257.04	16147.2
A1_SLU_vento_gr2_81	15362.1	9.58586	1210.04	79.5626	15374.6
A1_SLU_vento_gr3_82	17481.9	996.166	1070.98	11573.3	13357.6
A1_SLU_vento_gr4_83	17481.9	996.166	1302.79	11573.3	16424.6
SLE_rar_gr1_Treno_85	12896.2	425.25	442.799	6187.48	5870.71
SLE_rar_gr2_Scarico_86	11068.8	0	398.94	0	5281.4
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	12896.2	850.5	270.287	9908.42	3465.9
SLE_rar_gr4_centrif_88	12485.2	680.4	363.928	7926.73	4781.34
SLE_rar_gr1+vento_89	12896.2	429.084	740.423	6219.3	9558.74
SLE_rar_gr2+vento_90	11068.8	3.83434	696.564	31.8251	8969.43
SLE_rar_gr3+vento_91	12896.2	854.334	567.912	9940.24	7153.93
SLE_rar_gr4+vento_92	12485.2	684.234	661.552	7958.56	8469.38
SLE_rar_vento_gr1_93	12485.2	346.591	842.386	5003.02	10774.2
SLE_rar_vento_gr2_94	11023.2	6.39057	814.317	53.0418	10364.2
SLE_rar_vento_gr3_95	12485.2	686.791	704.377	7979.77	8850.38
SLE_rar_vento_gr4_96	12485.2	686.791	859.968	7979.77	10928.1
SLE_fre_gr1_Treno_98	12485.2	340.2	334.625	4949.98	4524.94
SLE_fre_gr2_Scarico_99	11023.2	0	311.234	0	4155.83
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	12485.2	680.4	196.616	7926.73	2601.09
SLE_fre_gr4_centrif_101	12485.2	680.4	349.277	7926.73	4653.14
SLE_fre_gr1+vento_102	12485.2	341.478	433.833	4960.59	5754.29
SLE_fre_gr2+vento_103	11023.2	1.27811	410.442	10.6084	5385.18
SLE_fre_gr3+vento_104	12485.2	681.678	295.824	7937.34	3830.44
SLE_fre_gr4+vento_105	12485.2	681.678	448.485	7937.34	5882.49
SLE_fre_vento_gr1_106	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61

SLE_fre_vento_gr2_107	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61
SLE_fre_vento_gr3_108	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61
SLE_fre_vento_gr4_109	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61
SLE_fre_gr1_temp110	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_fre_gr2_temp111	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_fre_gr3_temp112	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_fre_gr3_temp113	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_qp_gr1_Treno_115	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr2_Scarico_116	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr4_centrif_118	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr1+vento_119	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr2+vento_120	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr3+vento_121	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr4+vento_122	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr1_123	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr2_124	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr3_125	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr4_126	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr1_temp127	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr2_temp128	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr3_temp129	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr3_temp130	10840.8	0	40.3709	0	353.246
E_103x_SLV_q=1.5_131	11221.5	2867.04	958.381	22271.9	8735.94
E_103y_SLV_q=1.5_132	11221.5	861.006	2868.92	6681.57	28130.3
E_103z_SLV_q=1.5_133	12109.9	861.006	958.381	6681.57	8735.94
E_103x_SLV_q=1.36_134	11221.5	3153.61	1040.26	24499.1	9567.12
E_103y_SLV_q=1.36_135	11221.5	946.979	3141.85	7349.73	30900.9
E_103z_SLV_q=1.36_136	12109.9	946.979	1040.26	7349.73	9567.12
E_103x_SLV_q=1_137	11221.5	4303.85	1368.66	33444.8	12905.6
E_103y_SLV_q=1_138	11221.5	1292.05	4236.51	10033.4	42029
E_103z_SLV_q=1_139	12109.9	1292.05	1368.66	10033.4	12905.6
E_103x_SLD_q=1_140	10951	2249.65	804.458	19740.3	7966.14
E_103y_SLD_q=1_141	10951	675.79	2355.84	5922.08	25564.3
E_103z_SLD_q=1_142	11208.2	675.79	804.458	5922.08	7966.14

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	29029.7	616.613	680.246	10513.4	10547.3
A1_SLU_gr2_Scarico_73	26379.9	0	584.853	0	9176.06
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	29029.7	1233.23	430.104	17450.3	6434.94
A1_SLU_gr4_centrif_75	28433.6	986.58	558.73	13960.2	8601.32
A1_SLU_gr1+vento_76	29029.7	622.364	1126.68	10575.5	17195.4
A1_SLU_gr2+vento_77	26379.9	5.75152	1031.29	62.1164	15824.2
A1_SLU_gr3+vento_78	29029.7	1238.98	876.54	17512.4	13083.1
A1_SLU_gr4+vento_79	28433.6	992.332	1005.17	14022.3	15249.5
A1_SLU_vento_gr1_80	28433.6	502.876	1271.09	8514.23	19324.9
A1_SLU_vento_gr2_81	26313.8	9.58586	1210.04	103.527	18399.7
A1_SLU_vento_gr3_82	28433.6	996.166	1070.98	14063.7	16035.1
A1_SLU_vento_gr4_83	28433.6	996.166	1302.79	14063.7	19681.6
SLE_rar_gr1_Treno_85	21008.6	425.25	442.799	7250.6	6977.7
SLE_rar_gr2_Scarico_86	19181.2	0	398.94	0	6278.75
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	21008.6	850.5	270.287	12034.7	4141.61
SLE_rar_gr4_centrif_88	20597.5	680.4	363.928	9627.73	5691.16
SLE_rar_gr1+vento_89	21008.6	429.084	740.423	7292.01	11409.8
SLE_rar_gr2+vento_90	19181.2	3.83434	696.564	41.4109	10710.8
SLE_rar_gr3+vento_91	21008.6	854.334	567.912	12076.1	8573.71
SLE_rar_gr4+vento_92	20597.5	684.234	661.552	9669.14	10123.3
SLE_rar_vento_gr1_93	20597.5	346.591	842.386	5869.5	12880.2
SLE_rar_vento_gr2_94	19135.6	6.39057	814.317	69.0182	12400
SLE_rar_vento_gr3_95	20597.5	686.791	704.377	9696.75	10611.3
SLE_rar_vento_gr4_96	20597.5	686.791	859.968	9696.75	13078
SLE_fre_gr1_Treno_98	20597.5	340.2	334.625	5800.48	5361.5
SLE_fre_gr2_Scarico_99	19135.6	0	311.234	0	4933.91
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	20597.5	680.4	196.616	9627.73	3092.63
SLE_fre_gr4_centrif_101	20597.5	680.4	349.277	9627.73	5526.33
SLE_fre_gr1+vento_102	20597.5	341.478	433.833	5814.29	6838.87
SLE_fre_gr2+vento_103	19135.6	1.27811	410.442	13.8036	6411.28
SLE_fre_gr3+vento_104	20597.5	681.678	295.824	9641.54	4570
SLE_fre_gr4+vento_105	20597.5	681.678	448.485	9641.54	7003.7
SLE_fre_vento_gr1_106	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59

SLE_fre_vento_gr2_107	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59
SLE_fre_vento_gr3_108	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59
SLE_fre_vento_gr4_109	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59
SLE_fre_gr1_temp110	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_fre_gr2_temp111	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_fre_gr3_temp112	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_fre_gr3_temp113	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_qp_gr1_Treno_115	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr2_Scarico_116	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr4_centrif_118	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr1+vento_119	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr2+vento_120	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr3+vento_121	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr4+vento_122	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr1_123	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr2_124	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr3_125	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr4_126	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr1_temp127	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr2_temp128	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr3_temp129	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr3_temp130	18953.2	0	40.3709	0	454.173
E_103x_SLV_q=1.5_131	19448.4	3697.91	1207.64	31516.7	11755
E_103y_SLV_q=1.5_132	19448.4	1691.87	3118.18	10911.3	35925.7
E_103z_SLV_q=1.5_133	20603.8	1691.87	1207.64	10911.3	11755
E_103x_SLV_q=1.36_134	19448.4	3984.48	1289.52	34460.3	12790.9
E_103y_SLV_q=1.36_135	19448.4	1777.85	3391.11	11794.3	39378.7
E_103z_SLV_q=1.36_136	20603.8	1777.85	1289.52	11794.3	12790.9
E_103x_SLV_q=1_137	19448.4	5134.72	1617.92	46281.6	16950.3
E_103y_SLV_q=1_138	19448.4	2122.92	4485.77	15340.7	53243.4
E_103z_SLV_q=1_139	20603.8	2122.92	1617.92	15340.7	16950.3
E_103x_SLD_q=1_140	19103.6	2663.53	928.621	26399.1	10287.7
E_103y_SLD_q=1_141	19103.6	1089.67	2480	8646.24	31764.3
E_103z_SLD_q=1_142	19454.7	1089.67	928.621	8646.24	10287.7

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	747.834	622.402	3418.78
A1_SLU_gr2_Scarico_144	10423.3	0	584.853	0	2859.65
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	497.692	899.878	2007.98
A1_SLU_gr4_centrif_146	13979	986.58	612.8	719.902	2741.56
A1_SLU_gr1+vento_147	14950.6	622.364	1194.27	622.402	5245.42
A1_SLU_gr2+vento_148	10423.3	5.75152	1031.29	0	4686.29
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1238.98	944.128	899.878	3834.62
A1_SLU_gr4+vento_150	13979	992.332	1059.24	719.902	4568.2
A1_SLU_vento_gr1_151	13979	502.876	1314.35	497.922	5766.83
A1_SLU_vento_gr2_152	10357.2	9.58586	1210.04	0	5331.26
A1_SLU_vento_gr3_153	13979	996.166	1114.23	719.902	4638.19
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	996.166	1356.86	719.902	5785.96
SLE_rar_gr1_Treno_156	10483.7	425.25	473.874	429.243	2338.94
SLE_rar_gr2_Scarico_157	7361.47	0	398.94	0	1970.19
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	10483.7	850.5	301.362	620.605	1365.97
SLE_rar_gr4_centrif_159	9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51
SLE_rar_gr1+vento_160	10483.7	429.084	771.498	429.243	3556.7
SLE_rar_gr2+vento_161	7361.47	3.83434	696.564	0	3187.95
SLE_rar_gr3+vento_162	10483.7	854.334	598.986	620.605	2583.73
SLE_rar_gr4+vento_163	9813.66	684.234	686.412	496.484	3093.27
SLE_rar_vento_gr1_164	9813.66	346.591	862.274	343.394	3894.96
SLE_rar_vento_gr2_165	7315.87	6.39057	814.317	0	3605.36
SLE_rar_vento_gr3_166	9813.66	686.791	724.265	496.484	3116.59
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	686.791	884.828	496.484	3905.11
SLE_fre_gr1_Treno_169	9813.66	340.2	351.198	343.394	1858.59
SLE_fre_gr2_Scarico_170	7315.87	0	311.234	0	1572.59
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	9813.66	680.4	213.189	496.484	1080.22
SLE_fre_gr4_centrif_172	9813.66	680.4	369.993	496.484	1867.05
SLE_fre_gr1+vento_173	9813.66	341.478	450.406	343.394	2264.51
SLE_fre_gr2+vento_174	7315.87	1.27811	410.442	0	1978.51
SLE_fre_gr3+vento_175	9813.66	681.678	312.397	496.484	1486.14
SLE_fre_gr4+vento_176	9813.66	681.678	469.201	496.484	2272.97
SLE_fre_vento_gr1_177	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97

SLE_fre_vento_gr2_178	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97
SLE_fre_vento_gr3_179	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97
SLE_fre_vento_gr4_180	7133.47	3.19529	288.391	0	1032.97
SLE_fre_gr1_temp181	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_fre_gr2_temp182	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_fre_gr3_temp183	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_fre_gr3_temp184	7133.47	1.27811	147.653	0	427.72
SLE_qp_gr1_Treno_186	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_187	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_189	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_190	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr2+vento_191	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr3+vento_192	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr4+vento_193	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr1_194	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr2_195	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr3_196	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_vento_gr4_197	7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr1_temp198	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp199	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp200	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp201	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_202	7514.22	2867.04	958.381	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	7514.22	861.006	2868.92	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	8402.62	861.006	958.381	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	7514.22	3153.61	1040.26	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	7514.22	946.979	3141.85	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	8402.62	946.979	1040.26	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	7514.22	4303.85	1368.66	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	7514.22	1292.05	4236.51	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	8402.62	1292.05	1368.66	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	7243.7	2249.65	804.458	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	7243.7	675.79	2355.84	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	7500.92	675.79	804.458	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	19955.5	616.613	747.834	5740.29	9625.8
A1_SLU_gr2_Scarico_144	15428.2	0	584.853	0	7713.93
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	19955.5	1233.23	497.692	11135.6	6138.82
A1_SLU_gr4_centrif_146	18983.9	986.58	612.8	8908.52	7827.81
A1_SLU_gr1+vento_147	19955.5	622.364	1194.27	5788.02	15157.9
A1_SLU_gr2+vento_148	15428.2	5.75152	1031.29	47.7376	13246
A1_SLU_gr3+vento_149	19955.5	1238.98	944.128	11183.4	11670.9
A1_SLU_gr4+vento_150	18983.9	992.332	1059.24	8956.25	13359.9
A1_SLU_vento_gr1_151	18983.9	502.876	1314.35	4671.79	16675.9
A1_SLU_vento_gr2_152	15362.1	9.58586	1210.04	79.5626	15374.6
A1_SLU_vento_gr3_153	18983.9	996.166	1114.23	8988.08	13886.3
A1_SLU_vento_gr4_154	18983.9	996.166	1356.86	8988.08	17047.9
SLE_rar_gr1_Treno_156	14191	425.25	473.874	3958.82	6272.09
SLE_rar_gr2_Scarico_157	11068.8	0	398.94	0	5281.4
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14191	850.5	301.362	7679.76	3867.28
SLE_rar_gr4_centrif_159	13521	680.4	388.788	6143.8	5102.45
SLE_rar_gr1+vento_160	14191	429.084	771.498	3990.64	9960.13
SLE_rar_gr2+vento_161	11068.8	3.83434	696.564	31.8251	8969.43
SLE_rar_gr3+vento_162	14191	854.334	598.986	7711.58	7555.32
SLE_rar_gr4+vento_163	13521	684.234	686.412	6175.63	8790.49
SLE_rar_vento_gr1_164	13521	346.591	862.274	3220.1	11051.8
SLE_rar_vento_gr2_165	11023.2	6.39057	814.317	53.0418	10364.2
SLE_rar_vento_gr3_166	13521	686.791	724.265	6196.85	9127.99
SLE_rar_vento_gr4_167	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2
SLE_fre_gr1_Treno_169	13521	340.2	351.198	3167.05	4773.54
SLE_fre_gr2_Scarico_170	11023.2	0	311.234	0	4155.83
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13521	680.4	213.189	6143.8	2849.69
SLE_fre_gr4_centrif_172	13521	680.4	369.993	6143.8	4938
SLE_fre_gr1+vento_173	13521	341.478	450.406	3177.66	6002.89
SLE_fre_gr2+vento_174	11023.2	1.27811	410.442	10.6084	5385.18
SLE_fre_gr3+vento_175	13521	681.678	312.397	6154.41	4079.04
SLE_fre_gr4+vento_176	13521	681.678	469.201	6154.41	6167.34
SLE_fre_vento_gr1_177	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61

SLE_fre_vento_gr2_178	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61
SLE_fre_vento_gr3_179	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61
SLE_fre_vento_gr4_180	10840.8	3.19529	288.391	26.5209	3426.61
SLE_fre_gr1_temp181	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_fre_gr2_temp182	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_fre_gr3_temp183	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_fre_gr3_temp184	10840.8	1.27811	147.653	10.6084	1653.24
SLE_qp_gr1_Treno_186	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr2_Scarico_187	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr4_centrif_189	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr1+vento_190	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr2+vento_191	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr3+vento_192	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr4+vento_193	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr1_194	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr2_195	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr3_196	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_vento_gr4_197	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59
SLE_qp_gr1_temp198	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr2_temp199	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr3_temp200	10840.8	0	40.3709	0	353.246
SLE_qp_gr3_temp201	10840.8	0	40.3709	0	353.246
E_103x_SLV_q=1.5_202	11221.5	2867.04	958.381	22271.9	8735.94
E_103y_SLV_q=1.5_203	11221.5	861.006	2868.92	6681.57	28130.3
E_103z_SLV_q=1.5_204	12109.9	861.006	958.381	6681.57	8735.94
E_103x_SLV_q=1.36_205	11221.5	3153.61	1040.26	24499.1	9567.12
E_103y_SLV_q=1.36_206	11221.5	946.979	3141.85	7349.73	30900.9
E_103z_SLV_q=1.36_207	12109.9	946.979	1040.26	7349.73	9567.12
E_103x_SLV_q=1_208	11221.5	4303.85	1368.66	33444.8	12905.6
E_103y_SLV_q=1_209	11221.5	1292.05	4236.51	10033.4	42029
E_103z_SLV_q=1_210	12109.9	1292.05	1368.66	10033.4	12905.6
E_103x_SLD_q=1_211	10951	2249.65	804.458	19740.3	7966.14
E_103y_SLD_q=1_212	10951	675.79	2355.84	5922.08	25564.3
E_103z_SLD_q=1_213	11208.2	675.79	804.458	5922.08	7966.14

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	30907.2	616.613	747.834	7281.82	11495.4
A1_SLU_gr2_Scarico_144	26379.9	0	584.853	0	9176.06
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	30907.2	1233.23	497.692	14218.7	7383.05
A1_SLU_gr4_centrif_146	29935.6	986.58	612.8	11375	9359.81
A1_SLU_gr1+vento_147	30907.2	622.364	1194.27	7343.93	18143.5
A1_SLU_gr2+vento_148	26379.9	5.75152	1031.29	62.1164	15824.2
A1_SLU_gr3+vento_149	30907.2	1238.98	944.128	14280.8	14031.2
A1_SLU_gr4+vento_150	29935.6	992.332	1059.24	11437.1	16008
A1_SLU_vento_gr1_151	29935.6	502.876	1314.35	5928.98	19961.8
A1_SLU_vento_gr2_152	26313.8	9.58586	1210.04	103.527	18399.7
A1_SLU_vento_gr3_153	29935.6	996.166	1114.23	11478.5	16671.9
A1_SLU_vento_gr4_154	29935.6	996.166	1356.86	11478.5	20440.1
SLE_rar_gr1_Treno_156	22303.4	425.25	473.874	5021.94	7456.78
SLE_rar_gr2_Scarico_157	19181.2	0	398.94	0	6278.75
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	22303.4	850.5	301.362	9806.01	4620.69
SLE_rar_gr4_centrif_159	21633.3	680.4	388.788	7844.8	6074.42
SLE_rar_gr1+vento_160	22303.4	429.084	771.498	5063.35	11888.9
SLE_rar_gr2+vento_161	19181.2	3.83434	696.564	41.4109	10710.8
SLE_rar_gr3+vento_162	22303.4	854.334	598.986	9847.42	9052.78
SLE_rar_gr4+vento_163	21633.3	684.234	686.412	7886.22	10506.5
SLE_rar_vento_gr1_164	21633.3	346.591	862.274	4086.57	13207.5
SLE_rar_vento_gr2_165	19135.6	6.39057	814.317	69.0182	12400
SLE_rar_vento_gr3_166	21633.3	686.791	724.265	7913.82	10938.6
SLE_rar_vento_gr4_167	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3
SLE_fre_gr1_Treno_169	21633.3	340.2	351.198	4017.55	5651.54
SLE_fre_gr2_Scarico_170	19135.6	0	311.234	0	4933.91
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	21633.3	680.4	213.189	7844.8	3382.66
SLE_fre_gr4_centrif_172	21633.3	680.4	369.993	7844.8	5862.98
SLE_fre_gr1+vento_173	21633.3	341.478	450.406	4031.36	7128.9
SLE_fre_gr2+vento_174	19135.6	1.27811	410.442	13.8036	6411.28
SLE_fre_gr3+vento_175	21633.3	681.678	312.397	7858.61	4860.03
SLE_fre_gr4+vento_176	21633.3	681.678	469.201	7858.61	7340.34
SLE_fre_vento_gr1_177	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59

SLE_fre_vento_gr2_178	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59
SLE_fre_vento_gr3_179	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59
SLE_fre_vento_gr4_180	18953.2	3.19529	288.391	34.5091	4147.59
SLE_fre_gr1_temp181	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_fre_gr2_temp182	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_fre_gr3_temp183	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_fre_gr3_temp184	18953.2	1.27811	147.653	13.8036	2022.37
SLE_qp_gr1_Treno_186	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr2_Scarico_187	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr4_centrif_189	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr1+vento_190	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr2+vento_191	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr3+vento_192	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr4+vento_193	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr1_194	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr2_195	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr3_196	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_vento_gr4_197	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54
SLE_qp_gr1_temp198	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr2_temp199	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr3_temp200	18953.2	0	40.3709	0	454.173
SLE_qp_gr3_temp201	18953.2	0	40.3709	0	454.173
E_103x_SLV_q=1.5_202	19448.4	3697.91	1207.64	31516.7	11755
E_103y_SLV_q=1.5_203	19448.4	1691.87	3118.18	10911.3	35925.7
E_103z_SLV_q=1.5_204	20603.8	1691.87	1207.64	10911.3	11755
E_103x_SLV_q=1.36_205	19448.4	3984.48	1289.52	34460.3	12790.9
E_103y_SLV_q=1.36_206	19448.4	1777.85	3391.11	11794.3	39378.7
E_103z_SLV_q=1.36_207	20603.8	1777.85	1289.52	11794.3	12790.9
E_103x_SLV_q=1_208	19448.4	5134.72	1617.92	46281.6	16950.3
E_103y_SLV_q=1_209	19448.4	2122.92	4485.77	15340.7	53243.4
E_103z_SLV_q=1_210	20603.8	2122.92	1617.92	15340.7	16950.3
E_103x_SLD_q=1_211	19103.6	2663.53	928.621	26399.1	10287.7
E_103y_SLD_q=1_212	19103.6	1089.67	2480	8646.24	31764.3
E_103z_SLD_q=1_213	19454.7	1089.67	928.621	8646.24	10287.7

 <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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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		10483.7	425.25	473.874	429.243	2338.94
SLE_rar_gr3+vento_20		10483.7	854.334	598.986	620.605	2583.73
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	686.791	884.828	496.484	3905.11
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		10483.7	850.5	301.362	620.605	1365.97
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	686.791	884.828	496.484	3905.11
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	686.791	388.788	496.484	3905.11
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	686.791	884.828	496.484	3905.11
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	686.791	884.828	496.484	3905.11
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.27811	139.579	0	424.086
E_103x_SLD_q=1_69		7230.84	2023.26	717.196	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		7230.84	607.872	2064.97	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		7458.05	607.872	717.196	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14191	425.25	473.874	3958.82	6272.09	
SLE_rar_gr3+vento_20	14191	854.334	598.986	7711.58	7555.32	
SLE_rar_vento_gr4_25	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_rar_gr3+vento_20	14191	854.334	598.986	7711.58	7555.32	
SLE_rar_vento_gr4_25	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13521	680.4	388.788	6143.8	5102.45	
SLE_rar_vento_gr4_25	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_qp_gr1_Treno_44	10840.8	0	40.3709	0	353.246	
SLE_qp_gr1+vento_48	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59	
SLE_qp_gr1+vento_48	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59	
SLE_qp_gr1+vento_48	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59	
SLE_qp_gr1+vento_48	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59	
E_103x_SLD_q=1_69	10938.2	2023.26	717.196	15716.8	6289.56	
E_103y_SLD_q=1_70	10938.2	607.872	2064.97	4715.05	19975.7	
E_103z_SLD_q=1_71	11165.4	607.872	717.196	4715.05	6289.56	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	22303.4	425.25	473.874	5021.94	7456.78	
SLE_rar_gr3+vento_20	22303.4	854.334	598.986	9847.42	9052.78	
SLE_rar_vento_gr4_25	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_rar_gr3+vento_20	22303.4	854.334	598.986	9847.42	9052.78	
SLE_rar_vento_gr4_25	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_rar_gr4_centrif_17	21633.3	680.4	388.788	7844.8	6074.42	
SLE_rar_vento_gr4_25	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_qp_gr1_Treno_44	18953.2	0	40.3709	0	454.173	
SLE_qp_gr1+vento_48	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54	
SLE_qp_gr1+vento_48	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54	
SLE_qp_gr1+vento_48	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54	
SLE_qp_gr1+vento_48	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54	
E_103x_SLD_q=1_69	19090.8	2437.13	841.359	21809.7	8392.95	
E_103y_SLD_q=1_70	19090.8	1021.75	2189.13	7269.42	25448.5	
E_103z_SLD_q=1_71	19411.9	1021.75	841.359	7269.42	8392.95	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		9188.92	425.25	442.799	2657.9	2195.47	
SLE_rar_gr3+vento_91		9188.92	854.334	567.912	2849.27	2440.27	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	686.791	859.968	2279.41	3790.34	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		9188.92	850.5	270.287	2849.27	1222.51	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	686.791	859.968	2279.41	3790.34	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	363.928	2279.41	1760.74	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	686.791	859.968	2279.41	3790.34	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	686.791	859.968	2279.41	3790.34	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	363.928	2279.41	1760.74	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	686.791	859.968	2279.41	3790.34	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.27811	139.579	0	424.086	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.27811	139.579	0	424.086	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.27811	139.579	0	424.086	
E_103x_SLD_q=1_140		7243.7	2249.65	804.458	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		7243.7	675.79	2355.84	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		7500.92	675.79	804.458	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	12896.2	425.25	473.874	3958.82	6272.09	
SLE_rar_gr3+vento_91	12896.2	854.334	567.912	9940.24	7153.93	
SLE_rar_vento_gr4_96	12485.2	686.791	859.968	7979.77	10928.1	
SLE_rar_gr3+vento_91	12896.2	854.334	567.912	9940.24	7153.93	
SLE_rar_vento_gr4_96	12485.2	686.791	859.968	7979.77	10928.1	
SLE_rar_gr4_centrif_88	12485.2	680.4	363.928	7926.73	4781.34	
SLE_rar_vento_gr4_96	12485.2	686.791	859.968	7979.77	10928.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	12485.2	686.791	859.968	7979.77	10928.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	12485.2	686.791	859.968	7979.77	10928.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	12485.2	686.791	859.968	7979.77	10928.1	
SLE_qp_gr1_Treno_115	10840.8	0	40.3709	0	353.246	
SLE_qp_gr1+vento_119	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59	
SLE_qp_gr1+vento_119	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59	
SLE_qp_gr1+vento_119	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59	
SLE_qp_gr1+vento_119	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59	
E_103x_SLD_q=1_140	10951	2249.65	804.458	19740.3	7966.14	
E_103y_SLD_q=1_141	10951	675.79	2355.84	5922.08	25564.3	
E_103z_SLD_q=1_142	11208.2	675.79	804.458	5922.08	7966.14	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	21008.6	425.25	473.874	5021.94	7456.78	
SLE_rar_gr3+vento_91	21008.6	854.334	567.912	12076.1	8573.71	
SLE_rar_vento_gr4_96	20597.5	686.791	859.968	9696.75	13078	
SLE_rar_gr3+vento_91	21008.6	854.334	567.912	12076.1	8573.71	
SLE_rar_vento_gr4_96	20597.5	686.791	859.968	9696.75	13078	
SLE_rar_gr4_centrif_88	20597.5	680.4	363.928	9627.73	5691.16	
SLE_rar_vento_gr4_96	20597.5	686.791	859.968	9696.75	13078	
SLE_rar_vento_gr4_96	20597.5	686.791	859.968	9696.75	13078	
SLE_rar_vento_gr4_96	20597.5	686.791	859.968	9696.75	13078	
SLE_rar_vento_gr4_96	20597.5	686.791	859.968	9696.75	13078	
SLE_qp_gr1_Treno_115	18953.2	0	40.3709	0	454.173	
SLE_qp_gr1+vento_119	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54	
SLE_qp_gr1+vento_119	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54	
SLE_qp_gr1+vento_119	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54	
SLE_qp_gr1+vento_119	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54	
E_103x_SLD_q=1_140	19103.6	2663.53	928.621	26399.1	10287.7	
E_103y_SLD_q=1_141	19103.6	1089.67	2480	8646.24	31764.3	
E_103z_SLD_q=1_142	19454.7	1089.67	928.621	8646.24	10287.7	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		10483.7	425.25	473.874	429.243	2338.94	
SLE_rar_gr3+vento_162		10483.7	854.334	598.986	620.605	2583.73	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	686.791	884.828	496.484	3905.11	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		10483.7	850.5	301.362	620.605	1365.97	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	686.791	884.828	496.484	3905.11	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	686.791	884.828	496.484	3905.11	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	686.791	884.828	496.484	3905.11	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	686.791	884.828	496.484	3905.11	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.27811	139.579	0	424.086	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.27811	139.579	0	424.086	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.27811	139.579	139.579	424.086	
E_103x_SLD_q=1_211		7243.7	2249.65	804.458	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		7243.7	675.79	2355.84	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		7500.92	675.79	804.458	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	14191	425.25	473.874	3958.82	6272.09	
SLE_rar_gr3+vento_162	14191	854.334	598.986	7711.58	7555.32	
SLE_rar_vento_gr4_167	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_rar_gr3+vento_162	14191	854.334	598.986	7711.58	7555.32	
SLE_rar_vento_gr4_167	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13521	680.4	388.788	6143.8	5102.45	
SLE_rar_vento_gr4_167	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	13521	686.791	884.828	6196.85	11249.2	
SLE_qp_gr1_Treno_186	10840.8	0	40.3709	0	353.246	
SLE_qp_gr1+vento_190	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59	
SLE_qp_gr1+vento_190	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59	
SLE_qp_gr1+vento_190	10840.8	1.27811	139.579	10.6084	1582.59	
SLE_qp_gr1+vento_190	10840.8	1.27811	139.579	139.579	1582.59	
E_103x_SLD_q=1_211	10951	2249.65	804.458	19740.3	7966.14	
E_103y_SLD_q=1_212	10951	675.79	2355.84	5922.08	25564.3	
E_103z_SLD_q=1_213	11208.2	675.79	804.458	5922.08	7966.14	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	22303.4	425.25	473.874	5021.94	7456.78	
SLE_rar_gr3+vento_162	22303.4	854.334	598.986	9847.42	9052.78	
SLE_rar_vento_gr4_167	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_rar_gr3+vento_162	22303.4	854.334	598.986	9847.42	9052.78	
SLE_rar_vento_gr4_167	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_rar_gr4_centrif_159	21633.3	680.4	388.788	7844.8	6074.42	
SLE_rar_vento_gr4_167	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	21633.3	686.791	884.828	7913.82	13461.3	
SLE_qp_gr1_Treno_186	18953.2	0	40.3709	0	454.173	
SLE_qp_gr1+vento_190	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54	
SLE_qp_gr1+vento_190	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54	
SLE_qp_gr1+vento_190	18953.2	1.27811	139.579	13.8036	1931.54	
SLE_qp_gr1+vento_190	18953.2	1.27811	139.579	139.579	1931.54	
E_103x_SLD_q=1_211	19103.6	2663.53	928.621	26399.1	10287.7	
E_103y_SLD_q=1_212	19103.6	1089.67	2480	8646.24	31764.3	
E_103z_SLD_q=1_213	19454.7	1089.67	928.621	8646.24	10287.7	

 <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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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			14950.6	616.613	747.834	622.402	3418.78
A1_SLU_gr3+vento_7			14950.6	1238.98	944.128	899.878	3834.62
A1_SLU_vento_gr4_12			13979	996.166	1356.86	719.902	5785.96
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3			14950.6	1233.23	497.692	899.878	2007.98
A1_SLU_vento_gr4_12			13979	996.166	1356.86	719.902	5785.96
E_103x_SLV_q=1.5_60			7514.22	2867.04	958.381	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61			7514.22	861.006	2868.92	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62			8402.62	861.006	958.381	0	0
E_103x_SLV_q=1_66			7514.22	4303.85	1368.66	0	0
E_103y_SLV_q=1_67			7514.22	1292.05	4236.51	0	0
E_103z_SLV_q=1_68			8402.62	1292.05	1368.66	0	0
BASE PILA							
			<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1			19955.5	616.613	747.834	5740.29	9625.8
A1_SLU_gr3+vento_7			19955.5	1238.98	944.128	11183.4	11670.9
A1_SLU_vento_gr4_12			18983.9	996.166	1356.86	8988.08	17047.9
A1_SLU_gr3+vento_7			19955.5	1238.98	944.128	11183.4	11670.9
A1_SLU_vento_gr4_12			18983.9	996.166	1356.86	8988.08	17047.9
E_103x_SLV_q=1.5_60			11221.5	2867.04	958.381	22271.9	8735.94
E_103y_SLV_q=1.5_61			11221.5	861.006	2868.92	6681.57	28130.3
E_103z_SLV_q=1.5_62			12109.9	861.006	958.381	6681.57	8735.94
E_103x_SLV_q=1_66			11221.5	4303.85	1368.66	33444.8	12905.6
E_103y_SLV_q=1_67			11221.5	1292.05	4236.51	10033.4	42029
E_103z_SLV_q=1_68			12109.9	1292.05	1368.66	10033.4	12905.6
BASE FONDAZIONE							
			<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1			30907.2	616.613	747.834	7281.82	11495.4
A1_SLU_gr3+vento_7			30907.2	1238.98	944.128	14280.8	14031.2
A1_SLU_vento_gr4_12			29935.6	996.166	1356.86	11478.5	20440.1
A1_SLU_gr3+vento_7			30907.2	1238.98	944.128	14280.8	14031.2
A1_SLU_vento_gr4_12			29935.6	996.166	1356.86	11478.5	20440.1
E_103x_SLV_q=1.36_63			19448.4	3984.48	1289.52	34460.3	12790.9
E_103y_SLV_q=1.36_64			19448.4	1777.85	3391.11	11794.3	39378.7
E_103z_SLV_q=1.36_65			20603.8	1777.85	1289.52	11794.3	12790.9
E_103x_SLV_q=1_66			19448.4	5134.72	1617.92	46281.6	16950.3
E_103y_SLV_q=1_67			19448.4	2122.92	4485.77	15340.7	53243.4
E_103z_SLV_q=1_68			20603.8	2122.92	1617.92	15340.7	16950.3

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		13073.1	616.613	680.246	3853.96	3200.62
A1_SLU_gr3+vento_78		13073.1	1238.98	876.54	4131.43	3616.46
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	996.166	1302.79	3305.15	5611.43
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		13073.1	1233.23	430.104	4131.43	1789.82
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	996.166	1302.79	3305.15	5611.43
E_103x_SLV_q=1.5_131		7514.22	2867.04	958.381	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		7514.22	861.006	2868.92	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		8402.62	861.006	958.381	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		7514.22	4303.85	1368.66	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		7514.22	1292.05	4236.51	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		8402.62	1292.05	1368.66	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		18078	616.613	680.246	8971.84	8846.66
A1_SLU_gr3+vento_78		18078	1238.98	876.54	14414.9	10891.7
A1_SLU_vento_gr4_83		17481.9	996.166	1302.79	11573.3	16424.6
A1_SLU_gr3+vento_78		18078	1238.98	876.54	14414.9	10891.7
A1_SLU_vento_gr4_83		17481.9	996.166	1302.79	11573.3	16424.6
E_103x_SLV_q=1.5_131		11221.5	2867.04	958.381	22271.9	8735.94
E_103y_SLV_q=1.5_132		11221.5	861.006	2868.92	6681.57	28130.3
E_103z_SLV_q=1.5_133		12109.9	861.006	958.381	6681.57	8735.94
E_103x_SLV_q=1_137		11221.5	4303.85	1368.66	33444.8	12905.6
E_103y_SLV_q=1_138		11221.5	1292.05	4236.51	10033.4	42029
E_103z_SLV_q=1_139		12109.9	1292.05	1368.66	10033.4	12905.6
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		29029.7	616.613	680.246	10513.4	10547.3
A1_SLU_gr3+vento_78		29029.7	1238.98	876.54	17512.4	13083.1
A1_SLU_vento_gr4_83		28433.6	996.166	1302.79	14063.7	19681.6
A1_SLU_gr3+vento_78		29029.7	1238.98	876.54	17512.4	13083.1
A1_SLU_vento_gr4_83		28433.6	996.166	1302.79	14063.7	19681.6
E_103x_SLV_q=1.36_134		19448.4	3984.48	1289.52	34460.3	12790.9
E_103y_SLV_q=1.36_135		19448.4	1777.85	3391.11	11794.3	39378.7
E_103z_SLV_q=1.36_136		20603.8	1777.85	1289.52	11794.3	12790.9
E_103x_SLV_q=1_137		19448.4	5134.72	1617.92	46281.6	16950.3
E_103y_SLV_q=1_138		19448.4	2122.92	4485.77	15340.7	53243.4
E_103z_SLV_q=1_139		20603.8	2122.92	1617.92	15340.7	16950.3

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	747.834	622.402	3418.78	
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1238.98	944.128	899.878	3834.62	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	996.166	1356.86	719.902	5785.96	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	497.692	899.878	2007.98	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	996.166	1356.86	719.902	5785.96	
E_103x_SLV_q=1.5_202	7514.22	2867.04	958.381	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	7514.22	861.006	2868.92	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	8402.62	861.006	958.381	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	7514.22	4303.85	1368.66	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	7514.22	1292.05	4236.51	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	8402.62	1292.05	1368.66	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	19955.5	616.613	747.834	5740.29	9625.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	19955.5	1238.98	944.128	11183.4	11670.9	
A1_SLU_vento_gr4_154	18983.9	996.166	1356.86	8988.08	17047.9	
A1_SLU_gr3+vento_149	19955.5	1238.98	944.128	11183.4	11670.9	
A1_SLU_vento_gr4_154	18983.9	996.166	1356.86	8988.08	17047.9	
E_103x_SLV_q=1.5_202	11221.5	2867.04	958.381	22271.9	8735.94	
E_103y_SLV_q=1.5_203	11221.5	861.006	2868.92	6681.57	28130.3	
E_103z_SLV_q=1.5_204	12109.9	861.006	958.381	6681.57	8735.94	
E_103x_SLV_q=1_208	11221.5	4303.85	1368.66	33444.8	12905.6	
E_103y_SLV_q=1_209	11221.5	1292.05	4236.51	10033.4	42029	
E_103z_SLV_q=1_210	12109.9	1292.05	1368.66	10033.4	12905.6	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	30907.2	616.613	747.834	7281.82	11495.4	
A1_SLU_gr3+vento_149	30907.2	1238.98	944.128	14280.8	14031.2	
A1_SLU_vento_gr4_154	29935.6	996.166	1356.86	11478.5	20440.1	
A1_SLU_gr3+vento_149	30907.2	1238.98	944.128	14280.8	14031.2	
A1_SLU_vento_gr4_154	29935.6	996.166	1356.86	11478.5	20440.1	
E_103x_SLV_q=1.36_205	19448.4	3984.48	1289.52	34460.3	12790.9	
E_103y_SLV_q=1.36_206	19448.4	1777.85	3391.11	11794.3	39378.7	
E_103z_SLV_q=1.36_207	20603.8	1777.85	1289.52	11794.3	12790.9	
E_103x_SLV_q=1_208	19448.4	5134.72	1617.92	46281.6	16950.3	
E_103y_SLV_q=1_209	19448.4	2122.92	4485.77	15340.7	53243.4	
E_103z_SLV_q=1_210	20603.8	2122.92	1617.92	15340.7	16950.3	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

7.

VERI

## FICHE 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	110 $\Phi$ 26 interasse 20 cm*	$\Phi$ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 3 strati $\Phi$ 30/10 Long 3 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	36 $\Phi$ 30 interasse 15 cm*	$\Phi$ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

## 8. FUSTO PILA

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

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

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

*“Nel caso di analisi lineare la verifica di duttilità si può ritenere soddisfatta, rispettando per tutti gli elementi strutturali, sia primari sia secondari, le regole specifiche per i dettagli costruttivi precisate nel presente capitolo per le 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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

## 8.1 Modellazione

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

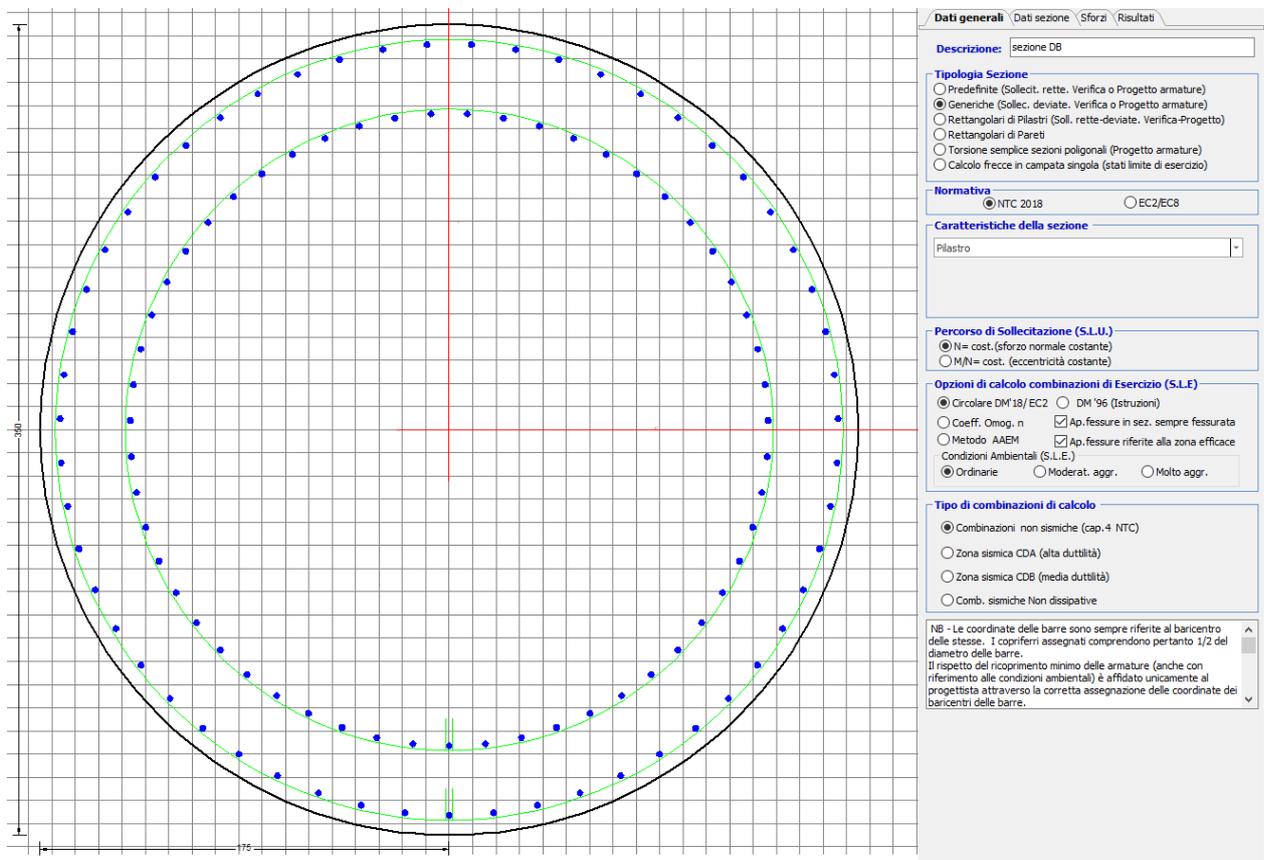


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 110 di diametro  $\Phi 26$  che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno e speculari all'interno della sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

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

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.: 175.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	166.5	55	26
2	0.0	0.0	136.5	55	26

#### 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

My

con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.

Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.

Vy

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

Vx

Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.

Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	19955.47	5740.29	9625.80	0.00	0.00
2	19955.47	11183.38	11670.88	0.00	0.00
3	18983.90	8988.08	17047.90	0.00	0.00
4	19955.47	11183.38	11670.88	0.00	0.00
5	18983.90	8988.08	17047.90	0.00	0.00
6	11221.54	22271.90	8735.94	0.00	0.00
7	11221.54	6681.57	28130.26	0.00	0.00
8	12109.95	6681.57	8735.94	0.00	0.00
9	18078.03	8971.84	8846.66	0.00	0.00
10	18078.03	14414.94	10891.74	0.00	0.00
11	17481.95	11573.32	16424.59	0.00	0.00
12	18078.03	14414.94	10891.74	0.00	0.00
13	17481.95	11573.32	16424.59	0.00	0.00
14	11221.54	22271.90	8735.94	0.00	0.00
15	11221.54	6681.57	28130.26	0.00	0.00
16	12109.95	6681.57	8735.94	0.00	0.00
17	19955.47	5740.29	9625.80	0.00	0.00
18	19955.47	11183.38	11670.88	0.00	0.00
19	18983.90	8988.08	17047.90	0.00	0.00
20	19955.47	11183.38	11670.88	0.00	0.00
21	18983.90	8988.08	17047.90	0.00	0.00
22	11221.54	22271.90	8735.94	0.00	0.00
23	11221.54	6681.57	28130.26	0.00	0.00
24	12109.95	6681.57	8735.94	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	14191.04	3958.82	6272.09
2	14191.04	7711.58	7555.32
3	13520.99	6196.85	11249.18
4	14191.04	7711.58	7555.32
5	13520.99	6196.85	11249.18
6	12896.25	3958.82	6272.09
7	12896.25	9940.24	7153.93
8	12485.16	7979.77	10928.07
9	12896.25	9940.24	7153.93
10	12485.16	7979.77	10928.07
11	14191.04	3958.82	6272.09
12	14191.04	7711.58	7555.32
13	13520.99	6196.85	11249.18
14	14191.04	7711.58	7555.32
15	13520.99	6196.85	11249.18
16	10938.17	15716.83	6289.56
17	10938.17	4715.05	19975.66
18	11165.38	4715.05	6289.56
19	10951.03	19740.26	7966.14

20	10951.03	5922.08	25564.27
21	11208.25	5922.08	7966.14
22	10951.03	19740.26	7966.14
23	10951.03	5922.08	25564.27
24	11208.25	5922.08	7966.14

**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	13520.99	6143.80 (48573.81)	5102.45 (40340.74)
2	13520.99	6196.85 (13340.64)	11249.18 (24217.35)
3	13520.99	6196.85 (13340.64)	11249.18 (24217.35)
4	13520.99	6196.85 (13340.64)	11249.18 (24217.35)
5	13520.99	6196.85 (13340.64)	11249.18 (24217.35)
6	12485.16	7926.73 (31985.53)	4781.34 (19293.42)
7	12485.16	7979.77 (14633.49)	10928.07 (20040.16)
8	12485.16	7979.77 (14633.49)	10928.07 (20040.16)
9	12485.16	7979.77 (14633.49)	10928.07 (20040.16)
10	12485.16	7979.77 (14633.49)	10928.07 (20040.16)
11	13520.99	6143.80 (48573.81)	5102.45 (40340.74)
12	13520.99	6196.85 (13340.64)	11249.18 (24217.35)
13	13520.99	6196.85 (13340.64)	11249.18 (24217.35)
14	13520.99	6196.85 (13340.64)	11249.18 (24217.35)
15	13520.99	6196.85 (13340.64)	11249.18 (24217.35)

**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	10840.80	0.00 (0.00)	353.25 (0.00)
2	10840.80	10.61 (0.00)	1582.59 (0.00)
3	10840.80	10.61 (0.00)	1582.59 (0.00)
4	10840.80	10.61 (0.00)	1582.59 (0.00)
5	10840.80	10.61 (0.00)	1582.59 (0.00)
6	10840.80	0.00 (0.00)	353.25 (0.00)
7	10840.80	10.61 (0.00)	1582.59 (0.00)
8	10840.80	10.61 (0.00)	1582.59 (0.00)
9	10840.80	10.61 (0.00)	1582.59 (0.00)
10	10840.80	10.61 (0.00)	1582.59 (0.00)
11	10840.80	0.00 (0.00)	353.25 (0.00)
12	10840.80	10.61 (0.00)	1582.59 (0.00)
13	10840.80	10.61 (0.00)	1582.59 (0.00)
14	10840.80	10.61 (0.00)	1582.59 (0.00)
15	10840.80	139.58 (0.00)	1582.59 (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: 13.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Componente X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [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	19955.47	5740.29	9625.80	19955.36	27800.99(27800.99)	46609.83(46609.83)	4.84584.0(288.6)	
2	S	19955.47	11183.38	11670.88	19955.50	37553.57(37553.57)	39180.81(39180.81)	3.36584.0(288.6)	
3	S	18983.90	8988.08	17047.90	18983.99	24894.35(24894.35)	47217.93(47217.93)	2.77584.0(288.6)	
4	S	19955.47	11183.38	11670.88	19955.50	37553.57(37553.57)	39180.81(39180.81)	3.36584.0(288.6)	
5	S	18983.90	8988.08	17047.90	18983.99	24894.35(24894.35)	47217.93(47217.93)	2.77584.0(288.6)	
6	S	11221.54	22271.90	8735.94	11221.80	42527.88(42527.88)	16676.42(16676.42)	1.91584.0(288.6)	
7	S	11221.54	6681.57	28130.26	11221.50	10552.99(10552.99)	44445.03(44445.03)	1.58584.0(288.6)	
8	S	12109.95	6681.57	8735.94	12110.06	28317.83(28317.83)	37022.61(37022.61)	4.24584.0(288.6)	
9	S	18078.03	8971.84	8846.66	18078.19	37408.70(37408.70)	36878.77(36878.77)	4.17584.0(288.6)	
10	S	18078.03	14414.94	10891.74	18077.76	41911.63(41911.63)	31666.55(31666.55)	2.91584.0(288.6)	
11	S	17481.95	11573.32	16424.59	17482.17	29926.68(29926.68)	42483.00(42483.00)	2.59584.0(288.6)	
12	S	18078.03	14414.94	10891.74	18077.76	41911.63(41911.63)	31666.55(31666.55)	2.91584.0(288.6)	
13	S	17481.95	11573.32	16424.59	17482.17	29926.68(29926.68)	42483.00(42483.00)	2.59584.0(288.6)	
14	S	11221.54	22271.90	8735.94	11221.80	42527.88(42527.88)	16676.42(16676.42)	1.91584.0(288.6)	
15	S	11221.54	6681.57	28130.26	11221.50	10552.99(10552.99)	44445.03(44445.03)	1.58584.0(288.6)	
16	S	12109.95	6681.57	8735.94	12110.06	28317.83(28317.83)	37022.61(37022.61)	4.24584.0(288.6)	
17	S	19955.47	5740.29	9625.80	19955.36	27800.99(27800.99)	46609.83(46609.83)	4.84584.0(288.6)	
18	S	19955.47	11183.38	11670.88	19955.50	37553.57(37553.57)	39180.81(39180.81)	3.36584.0(288.6)	
19	S	18983.90	8988.08	17047.90	18983.99	24894.35(24894.35)	47217.93(47217.93)	2.77584.0(288.6)	
20	S	19955.47	11183.38	11670.88	19955.50	37553.57(37553.57)	39180.81(39180.81)	3.36584.0(288.6)	
21	S	18983.90	8988.08	17047.90	18983.99	24894.35(24894.35)	47217.93(47217.93)	2.77584.0(288.6)	
22	S	11221.54	22271.90	8735.94	11221.80	42527.88(42527.88)	16676.42(16676.42)	1.91584.0(288.6)	
23	S	11221.54	6681.57	28130.26	11221.50	10552.99(10552.99)	44445.03(44445.03)	1.58584.0(288.6)	
24	S	12109.95	6681.57	8735.94	12110.06	28317.83(28317.83)	37022.61(37022.61)	4.24584.0(288.6)	

**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	150.3	0.0	0.00318	147.3	77.7	-0.00910	-142.6	-86.0
2	0.00350	126.4	1.2	0.00318	125.8	109.0	-0.00910	-119.4	-116.0
3	0.00350	154.8	1.2	0.00318	147.3	77.7	-0.00933	-151.5	-69.2
4	0.00350	126.4	1.2	0.00318	125.8	109.0	-0.00910	-119.4	-116.0



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	2.91	148.0	0.0	-2.0	-142.6	-86.0	502	10.6
2	S	3.80	122.5	0.0	-17.5	-119.4	-116.0	3716	47.8
3	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9
4	S	3.80	122.5	0.0	-17.5	-119.4	-116.0	3716	47.8
5	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9
6	S	2.80	148.0	0.0	-4.2	-142.6	-86.0	1022	21.2
7	S	4.30	102.2	0.0	-34.4	-90.0	-140.1	6320	84.9
8	S	4.84	141.3	0.0	-50.5	-131.9	-101.7	8150	106.2
9	S	4.30	102.2	0.0	-34.4	-90.0	-140.1	6320	84.9
10	S	4.84	141.3	0.0	-50.5	-131.9	-101.7	8150	106.2
11	S	2.91	148.0	0.0	-2.0	-142.6	-86.0	502	10.6
12	S	3.80	122.5	0.0	-17.5	-119.4	-116.0	3716	47.8
13	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9
14	S	3.80	122.5	0.0	-17.5	-119.4	-116.0	3716	47.8
15	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9
16	S	6.54	65.0	0.0	-114.4	-56.0	-156.8	11551	138.0
17	S	8.23	170.3	0.0	-173.4	-163.2	-33.1	12500	148.7
18	S	2.80	140.0	0.0	-10.2	-131.9	-101.7	2989	42.5
19	S	8.59	65.5	0.0	-186.1	-56.0	-156.8	12623	148.7
20	S	10.91	170.5	0.0	-272.8	-163.2	-33.1	13268	154.0
21	S	3.47	140.4	0.0	-23.8	-131.9	-101.7	4736	58.4
22	S	8.59	65.5	0.0	-186.1	-56.0	-156.8	12623	148.7
23	S	10.91	170.5	0.0	-272.8	-163.2	-33.1	13268	154.0
24	S	3.47	140.4	0.0	-23.8	-131.9	-101.7	4736	58.4

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm 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	-0.00002	0	0.785	26.0	72	0.00001 (0.00001)	573	0.003 (990.00)	60365.94	95639.77
2	S	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	818	0.043 (990.00)	25641.20	25121.63
3	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (990.00)	13340.64	24217.35
4	S	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	818	0.043 (990.00)	25641.20	25121.63
5	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (990.00)	13340.64	24217.35
6	S	-0.00003	0	0.833	26.0	72	0.00001 (0.00001)	599	0.008 (990.00)	37103.76	58784.72
7	S	-0.00018	0	0.833	26.0	72	0.00010 (0.00010)	793	0.082 (990.00)	22445.82	16154.12
8	S	-0.00027	0	0.833	26.0	72	0.00015 (0.00015)	810	0.123 (990.00)	14633.49	20040.16
9	S	-0.00018	0	0.833	26.0	72	0.00010 (0.00010)	793	0.082 (990.00)	22445.82	16154.12
10	S	-0.00027	0	0.833	26.0	72	0.00015 (0.00015)	810	0.123 (990.00)	14633.49	20040.16
11	S	-0.00002	0	0.785	26.0	72	0.00001 (0.00001)	573	0.003 (990.00)	60365.94	95639.77

12	S	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	818	0.043 (990.00)	25641.20	25121.63
13	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (990.00)	13340.64	24217.35
14	S	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	818	0.043 (990.00)	25641.20	25121.63
15	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (990.00)	13340.64	24217.35
16	S	-0.00060	0	0.833	26.0	72	0.00034 (0.00034)	861	0.296 (990.00)	18916.08	7569.84
17	S	-0.00090	0	0.833	26.0	72	0.00052 (0.00052)	864	0.450 (990.00)	4361.15	18476.34
18	S	-0.00006	0	0.833	26.0	72	0.00003 (0.00003)	763	0.023 (990.00)	24488.56	32666.10
19	S	-0.00097	0	0.833	26.0	72	0.00056 (0.00056)	870	0.486 (990.00)	17410.65	7026.03
20	S	-0.00142	0	0.833	26.0	72	0.00082 (0.00082)	880	0.720 (990.00)	4005.16	17289.37
21	S	-0.00013	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	842	0.060 (990.00)	17680.98	23783.73
22	S	-0.00097	0	0.833	26.0	72	0.00056 (0.00056)	870	0.486 (990.00)	17410.65	7026.03
23	S	-0.00142	0	0.833	26.0	72	0.00082 (0.00082)	880	0.720 (990.00)	4005.16	17289.37
24	S	-0.00013	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	842	0.060 (990.00)	17680.98	23783.73

**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	2.98	111.8	0.0	-5.2	-105.4	-128.9	1308	26.5
2	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9
3	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9
4	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9
5	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9
6	S	3.27	90.4	0.0	-14.0	-90.0	-140.1	3522	47.8
7	S	4.84	141.3	0.0	-50.5	-131.9	-101.7	8150	106.2
8	S	4.84	141.3	0.0	-50.5	-131.9	-101.7	8150	106.2
9	S	4.84	141.3	0.0	-50.5	-131.9	-101.7	8150	106.2
10	S	4.84	141.3	0.0	-50.5	-131.9	-101.7	8150	106.2
11	S	2.98	111.8	0.0	-5.2	-105.4	-128.9	1308	26.5
12	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9
13	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9
14	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9
15	S	4.51	153.3	0.0	-36.1	-142.6	-86.0	6323	84.9

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00003	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	608	0.010 (0.20)	48573.81	40340.74
2	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (0.20)	13340.64	24217.35
3	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (0.20)	13340.64	24217.35
4	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (0.20)	13340.64	24217.35
5	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (0.20)	13340.64	24217.35
6	S	-0.00008	0	0.833	26.0	72	0.00004 (0.00004)	788	0.033 (0.20)	31985.53	19293.42
7	S	-0.00027	0	0.833	26.0	72	0.00015 (0.00015)	810	0.123 (0.20)	14633.49	20040.16
8	S	-0.00027	0	0.833	26.0	72	0.00015 (0.00015)	810	0.123 (0.20)	14633.49	20040.16
9	S	-0.00027	0	0.833	26.0	72	0.00015 (0.00015)	810	0.123 (0.20)	14633.49	20040.16
10	S	-0.00027	0	0.833	26.0	72	0.00015 (0.00015)	810	0.123 (0.20)	14633.49	20040.16
11	S	-0.00003	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	608	0.010 (0.20)	48573.81	40340.74
12	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (0.20)	13340.64	24217.35
13	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (0.20)	13340.64	24217.35
14	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (0.20)	13340.64	24217.35
15	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	793	0.086 (0.20)	13340.64	24217.35

**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	1.11	175.0	0.0	14.4	-166.4	4.8	----	----
2	S	1.36	175.0	0.0	10.8	-166.4	4.8	----	----
3	S	1.36	175.0	0.0	10.8	-166.4	4.8	----	----

4	S	1.36	175.0	0.0	10.8	-166.4	4.8	---	---
5	S	1.36	175.0	0.0	10.8	-166.4	4.8	---	---
6	S	1.11	175.0	0.0	14.4	-166.4	4.8	---	---
7	S	1.36	175.0	0.0	10.8	-166.4	4.8	---	---
8	S	1.36	175.0	0.0	10.8	-166.4	4.8	---	---
9	S	1.36	175.0	0.0	10.8	-166.4	4.8	---	---
10	S	1.36	175.0	0.0	10.8	-166.4	4.8	---	---
11	S	1.11	175.0	0.0	14.4	-166.4	4.8	---	---
12	S	1.36	175.0	0.0	10.8	-166.4	4.8	---	---
13	S	1.36	175.0	0.0	10.8	-166.4	4.8	---	---
14	S	1.36	175.0	0.0	10.8	-166.4	4.8	---	---
15	S	1.36	174.3	0.0	10.8	-165.9	-14.2	---	---

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

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

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm	
bracci staffe	bs	4		
area armature trasversale	$A_{sw}$	5	cm <sup>2</sup>	
passo staffe	s	20	cm	
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	$c'$	9	cm	
spessore anima sezione rettangolar	sb	0	cm	
sezione	tipo	circolare		
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$		
<b>Direzione Longidinale</b>				
resistenza ridotta	$f'c$	9	Mpa	
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm	
larghezza biella	bw	295	cm	
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi	
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi	
resistenza puntoni	$V_c$	23293	kN	
resistenza staffe	$V_s$	5593	kN	
taglio resisitente	$V_r$	5593	kN	
taglio massimo agente	$V_{ed}$	4516	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.81		
<b>Direzione Trasversale</b>				
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm	
larghezza biella	bw	295	cm	
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi	
resistenza puntoni	$V_c$	23293	kN	
resistenza staffe	$V_s$	5593	kN	
taglio resisitente	$V_r$	5593	kN	
taglio massimo agente	$V_{ed}$	4429	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.79		

 <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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</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>110</b>	
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>26</b>	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	58402	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9621000.00	mm <sup>3</sup>
		0.61%	>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.15</b>	g
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.07	
interasse staffe	s	<b>150</b>	mm
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	12.69	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	0.0592	

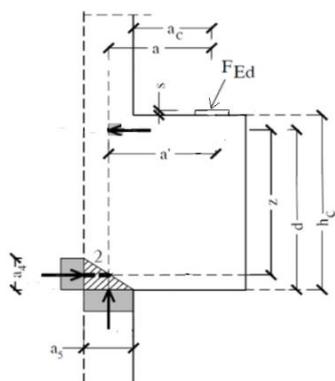
## 8.5 Verifica spostamenti

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

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

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

## 9. PULVINO

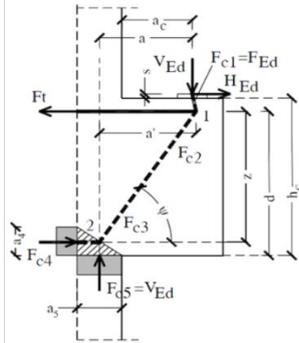
<u>Geometria mensola</u>					
	Altezza mensola	hc	2000	[mm]	
	larghezza mensola	atot	3549.10288	[mm]	
	profondità	b	2000	[mm]	
	copriferro	c	85	[mm]	
	applicazione carico	ac	50	[mm]	
	altezza utile	d	1915	[mm]	
	braccio delle forze interne	z	1532	[mm]	
	tipologia di mensola:	<b>MENSOLA MOLTO TOZZA <math>2a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

## 9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

### Calcolo armatura principale

con riferimento al modello 1 di traliccio semplificato, si determina l'armatura principale allo SLU

modello 1



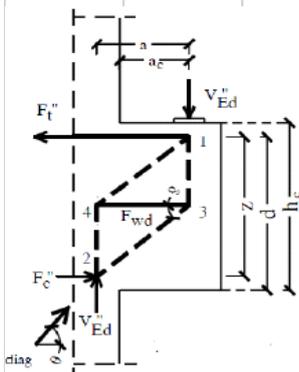
azione esterna applicata	Fed = Fc5	4988.868562	[Kn]
forza orizzontale trasmessa	Hed	186.9583993	
braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
larghezza risultante di riferimento	a5	157.7531124	[mm]
braccio della forza di compressione	a	128.8765562	[mm]
trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	484.9679787	[Kn]
armatura superiore	As	1239.362612	[mm2]
diametro del ferro longitudinale	Φ	16	[mm]
passo armature	p	20	[cm]
numero di strati di barre	nst	1	
numeri ferri predisposti in b	n	10	
areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.621478638	

verifica nodo 1 CCC

lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]
tensione di compressione 4	s4	0.316558733	[Mpa] Ok

### Calcolo armatura secondaria orizzontale

modello 2



angolo di inclinazione	Ψ	84.44490575	[gradi]
coefficiente di ripartizione	c	12.8691651	[%]
braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
braccio della forza di compressione	a	128.8765562	[mm]
trazione nelle barre secondarie	Fwd	831.2628617	[Kn]
armatura secondaria	As	2124.338424	[mm2]
armatura minima 0.25As	Amin	502.4	
diametro ferri secondari	Φ	16	[mm]
passo armature direzione b	s	20	[cm]
numero di strati di barre	nst	1	
numeri ferri predisposti in b	n	10	
areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.621478638	

verifica nodo 2 CCT

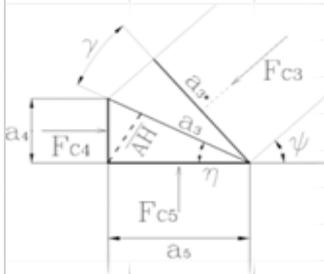
(sotto la piastra)

area piastra di contatto	Aap	640000	[mm2]
tensione di compr. sotto la piastra	sc1	7.795107128	[Mpa] Ok

## 9.2 Verifica dei nodi

### Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	4988.868562	[Kn]	
		biella comprella orizzontale	Fc2	484.9679787	[Kn]	
		biella compresaa inclinata	Fc3	5012.430159	[Kn]	
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	157.7531124	[mm]	
		tensione di compressione 5	s5	15.81226667	[Mpa]	Ok
		per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni				
		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3	782.0754724	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	158.4974399	[mm]	
		difetto di ortogonalità	c	72.84762954	[gradi]	
		tensione di compressione 4	s4	0.316558733	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3	s3	3.204569339	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81233793	[Mpa]	OK



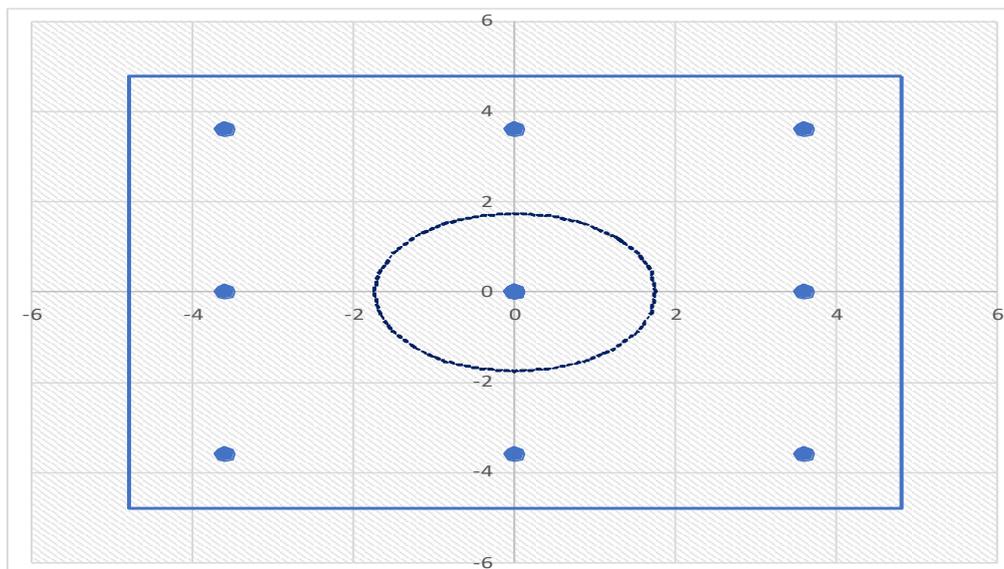
### Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	4988.868562	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	5012.430159	[Kn]	
		trazione barra	T	484.9679787	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	813.4781026	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	84.44490575	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	7.80	$\leq$	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	7.70	$\leq$	13.44 Ok

## 10. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	<b>9</b>		
diámetro pali	D	<b>1.2</b>	m	
interasse pali	i	<b>3.6</b>	m	
altezza plinto di fondazione	h	<b>2.5</b>	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	1.85	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.85	m	
direzione trasversale	a/h	0.74	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.74	<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	4095.3	2871.1	4303.6
2	0	-3.6	2773.0	1450.7	18.3
3	3.6	3.6	4744.9	5336.1	5088.3
4	3.6	-3.6	3422.6	3915.7	803.0
5	-3.6	-3.6	2123.4	-1014.3	-766.5
6	-3.6	3.6	3445.7	406.2	3518.9
7	3.6	0	4083.7	4625.9	2945.7
8	-3.6	0	2784.5	-304.0	1376.2
9	0	0	3434.1	2160.9	2160.9
	0	0	3434.1	2160.9	2160.9
	0	0	3434.1	2160.9	2160.9
	0	0	3434.1	2160.9	2160.9
	taglio combinato in		129.8086	413.5626	448.632
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	2999.5	2871.1	4303.6
2	0	-3.6	1579.1	1450.7	18.3
3	3.6	3.6	3784.3	5336.1	5088.3
4	3.6	-3.6	2363.8	3915.7	803.0
5	-3.6	-3.6	794.4	-1014.3	-766.5
6	-3.6	3.6	2214.8	406.2	3518.9
7	3.6	0	3074.1	4625.9	2945.7
8	-3.6	0	1504.6	-304.0	1376.2
9	0	0	2289.3	2160.9	2160.9
	0	0	2289.3	2160.9	2160.9
	0	0	2289.3	2160.9	2160.9
	0	0	2289.3	2160.9	2160.9
	taglio combinato in		222.4303	413.5626	448.632

Il plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone ricadendo nella categoria di elementi tozzi. La larghezza collaborante è stata valutata tramite una diffusione a  $45^\circ$  rispetto al diametro del palo più sollecitato, quindi fermata in corrispondenza della pila o della linea media dell'interasse del palo successivo.

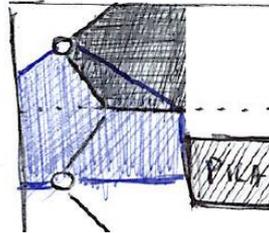


Figura 13 - mensola di riferimento

### 10.1 Dimensionamento armature

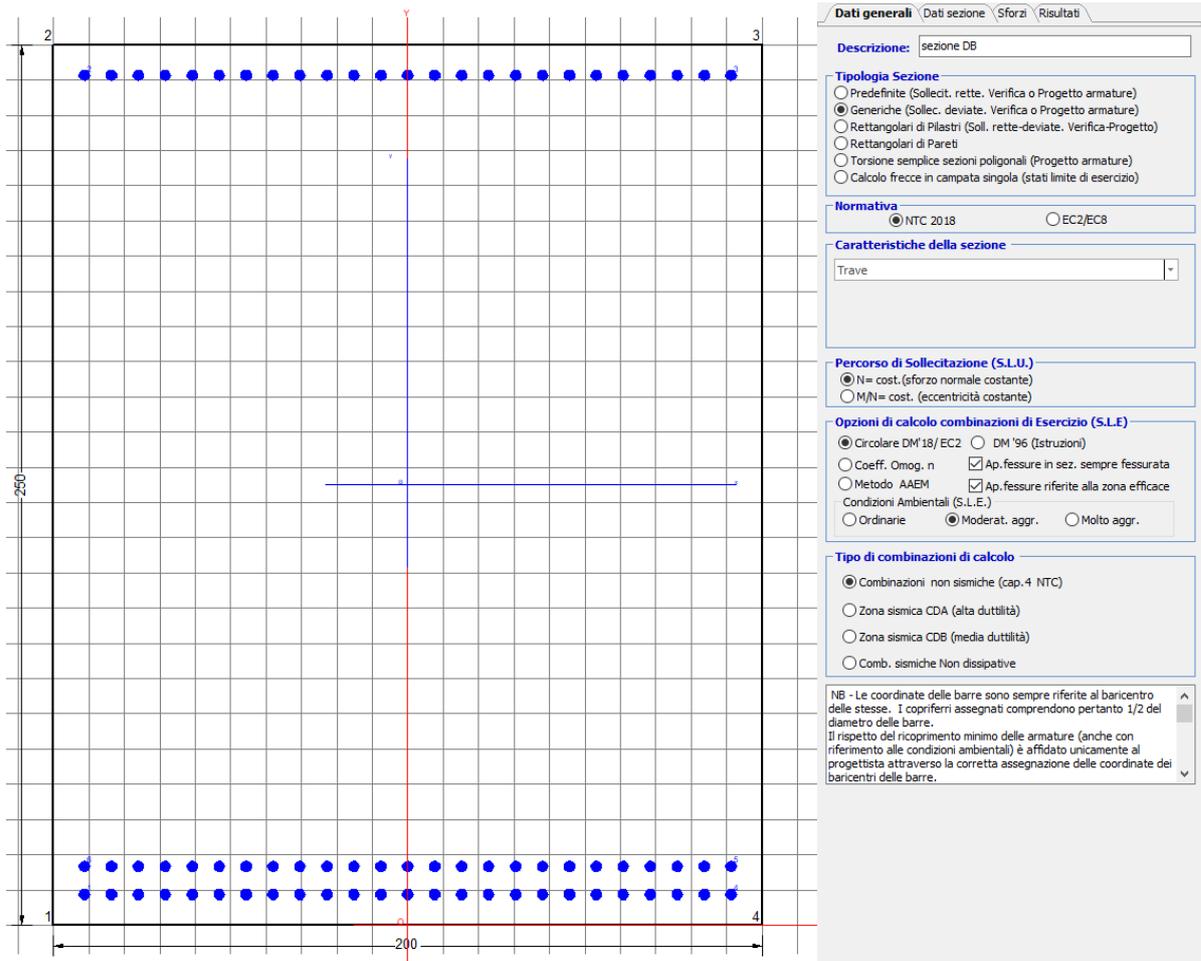
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	2.5	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	26.1532	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	4803.89	KN
forza di trazione risultante		T	9782.96	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	6917.6	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	6917.6	KN
lunghezza collaborante			media	

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	17678.5	mm <sup>2</sup>
diametro armatura		Φ	26	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.5	m
numero di ferri per strato		n	25	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	19909.8	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.88793	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	17678.5	mm <sup>2</sup>
diametro armatura		Φ	26	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.5	m
numero di ferri per strato		n	25	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	19909.8	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.88793	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>t</sub>	347.446	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>l</sub>	347.446	MPa

## 10.2 Verifica a prso-flessione

### 10.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 200x250

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

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

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-100.0	0.0
2	-100.0	250.0
3	100.0	250.0
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	241.3	30
3	91.3	241.3	30
4	91.3	8.7	30
5	91.3	16.7	30
6	-91.3	16.7	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

#### 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	10065.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	9715.00	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	8447.00	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	7029.00 (7715.21)	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	4200.00 (7715.21)	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	10065.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	3.11	353.4(71.4)
2	S	0.00	9715.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	3.23	353.4(71.4)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	8.7
2	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-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	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700
2	0.000000000	0.000116037	-0.025509170	0.125	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	3.79	-100.0	250.0	-114.1	83.7	8.7	6300	353.4

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

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

e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [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 = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00060	0	0.908	30.0	72	0.00038 (0.00034)	410	0.158 (990.00)	7715.21	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.15	-100.0	250.0	-95.0	60.9	8.7	6300	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00050	0	0.908	30.0	72	0.00029 (0.00028)	410	0.118 (0.20)	7715.21	0.00

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

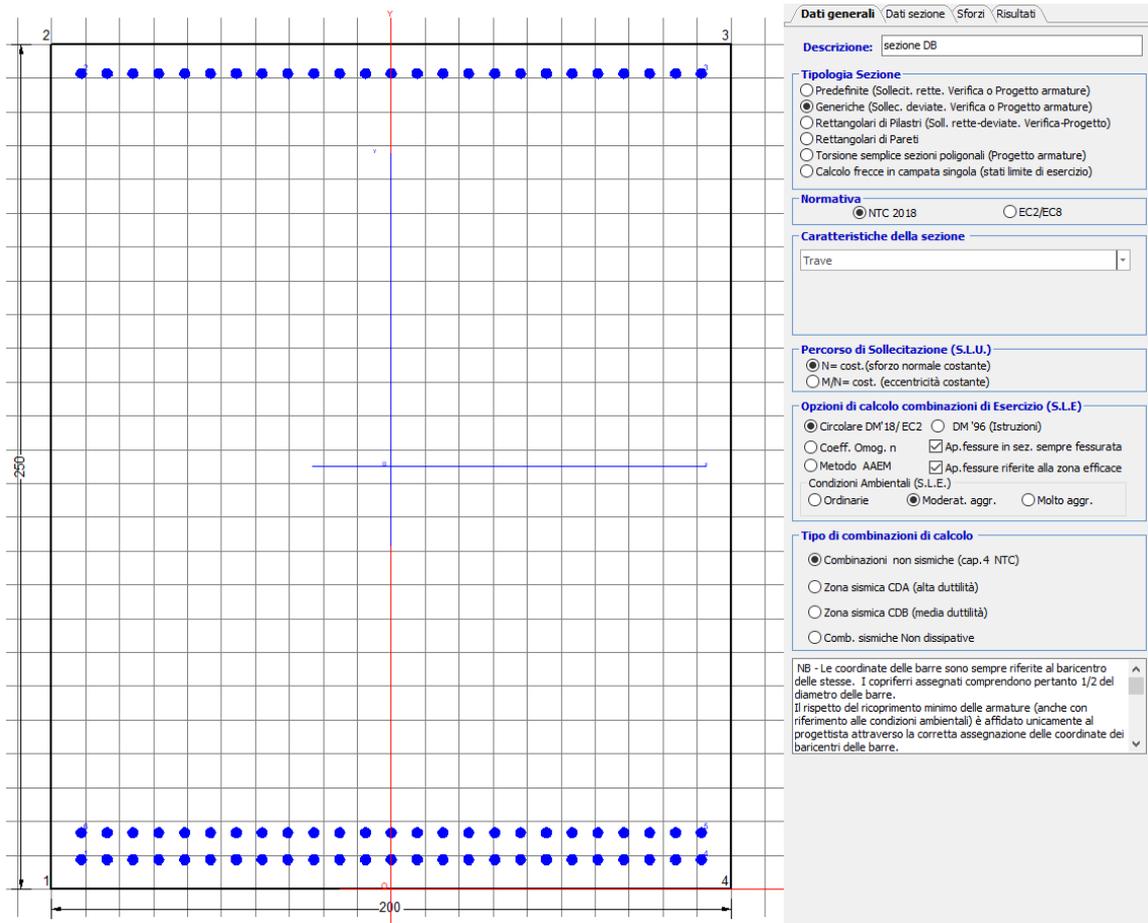
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.88	-100.0	250.0	-56.7	83.7	8.7	6300	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00030	0	0.908	30.0	72	0.00017 (0.00017)	410	0.070 (0.20)	7715.21	0.00

### 10.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione Y 200x250

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

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

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-100.0	0.0
2	-100.0	250.0
3	100.0	250.0
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	241.3	30
3	91.3	241.3	30
4	91.3	8.7	30
5	91.3	16.7	30
6	-91.3	16.7	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

#### 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

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
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	10065.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	9715.00	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	8447.00	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	7029.00 (7715.21)	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	4200.00 (7715.21)	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	10065.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	3.11	353.4(71.4)
2	S	0.00	9715.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	3.23	353.4(71.4)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	8.7
2	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-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	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700
2	0.000000000	0.000116037	-0.025509170	0.125	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	3.79	-100.0	250.0	-114.1	83.7	8.7	6300	353.4

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
 Esito della verifica  
 e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  
 e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
 k2 =  $(e1 + e2)/(2*e1)$  [eq.(7.13)EC2]  
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00060	0	0.908	30.0	72	0.00038 (0.00034)	410	0.158 (990.00)	7715.21	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.15	-100.0	250.0	-95.0	60.9	8.7	6300	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00050	0	0.908	30.0	72	0.00029 (0.00028)	410	0.118 (0.20)	7715.21	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.88	-100.0	250.0	-56.7	83.7	8.7	6300	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00030	0	0.908	30.0	72	0.00017 (0.00017)	410	0.070 (0.20)	7715.21	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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

### 10.3 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	17.3416	m
altezza della sezione utile			d	2.16	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	2.76	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.0547	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	12.5396	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	4803.89	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.82592	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.16518	
<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	2	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.00492	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00492	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00695	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.53634	MPa
			vRd,c	0.57712	MPa
				0.92934	

 <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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

## 11. PALI DI FONDAZIONE

### 11.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

### 11.2 Verifica strutturale

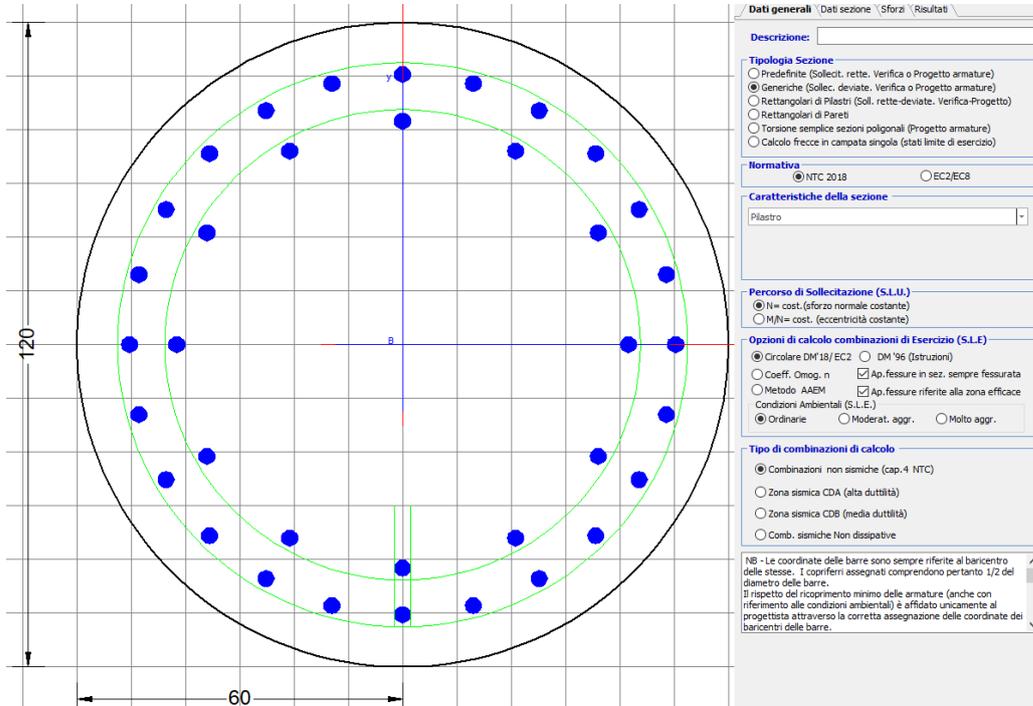
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>30907</b>	1239	944	14281	14031	
E_103x_SLV_q=1.36_63	19448	3984	1290	34460	12791	
E_103y_SLV_q=1.36_64	19448	1778	3391	11794	39379	
E_103x_SLV_q=1.36_63	19448	3984	1290	<b>34460</b>	12791	
E_103y_SLV_q=1.36_64	19448	1778	3391	11794	<b>39379</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	4095.28	3756.31	2706.96
2	0	-3.6	2772.98	565.545	1614.89
3	3.6	3.6	4744.87	4348.49	4530.05
4	3.6	-3.6	3422.57	1157.72	3437.98
5	-3.6	-3.6	2123.39	-26.628	-208.19
6	-3.6	3.6	3445.69	3164.14	883.877
7	3.6	0	4083.72	2753.1	3984.01
8	-3.6	0	2784.54	1568.76	337.843
9	0	0	3434.13	2160.93	2160.93
taglio equivalente			173.078	465.328	425.432
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.77
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	4745	138	105	413	315
combo2	4348	443	143	1328	430
combo3	4530	198	377	593	1130
combo4	-208	198	377	593	1130



#### 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	4803.89	264.54	360.32	0.00	0.00
2	1597.01	163.74	198.59	0.00	0.00
3	4744.87	329.02	250.72	0.00	0.00
4	4803.89	264.54	360.32	0.00	0.00
5	4744.87	329.02	250.72	0.00	0.00
6	4803.89	264.54	360.32	0.00	0.00
7	4530.05	472.12	900.53	0.00	0.00
8	-208.19	472.12	900.53	0.00	0.00
9	4348.49	1058.10	342.44	0.00	0.00
10	4530.05	472.12	900.53	0.00	0.00
11	4348.49	1058.10	342.44	0.00	0.00
12	4530.05	472.12	900.53	0.00	0.00

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

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

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	3393.29	182.38	234.97
2	1234.23	182.38	228.37
3	3353.16	226.87	159.06
4	3393.29	182.38	234.97
5	3353.16	226.87	159.06
6	3393.29	182.38	234.97
7	3993.48	271.33	581.34
8	251.77	271.33	581.34
9	3519.47	647.19	223.43
10	3635.91	271.33	581.34
11	3519.47	707.31	223.43
12	3635.91	271.33	658.58

**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	3393.29	182.38 (0.00)	234.97 (0.00)
2	1234.23	182.38 (1186.45)	228.37 (1485.64)
3	3393.29	182.38 (0.00)	234.97 (0.00)
4	3393.29	182.38 (0.00)	234.97 (0.00)
5	3393.29	182.38 (0.00)	234.97 (0.00)
6	3393.29	182.38 (0.00)	234.97 (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	2195.97	0.34 (0.00)	37.07 (0.00)
2	2015.84	0.34 (0.00)	37.07 (0.00)
3	2195.97	0.34 (0.00)	37.07 (0.00)
4	2195.97	0.34 (0.00)	37.07 (0.00)
5	2195.97	0.34 (0.00)	37.07 (0.00)
6	2195.97	0.34 (0.00)	37.07 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	4803.89	264.54	360.32	4803.87	2698.12	3669.26	10.19	254.5(33.9)
2	S	1597.01	163.74	198.59	1597.18	2668.31	3210.68	16.22	254.5(33.9)
3	S	4744.87	329.02	250.72	4744.85	3617.18	2761.58	11.00	254.5(33.9)
4	S	4803.89	264.54	360.32	4803.87	2698.12	3669.26	10.19	254.5(33.9)
5	S	4744.87	329.02	250.72	4744.85	3617.18	2761.58	11.00	254.5(33.9)
6	S	4803.89	264.54	360.32	4803.87	2698.12	3669.26	10.19	254.5(33.9)
7	S	4530.05	472.12	900.53	4530.31	2109.34	4025.85	4.47	254.5(33.9)
8	S	-208.19	472.12	900.53	-207.98	1774.04	3353.18	3.73	254.5(33.9)
9	S	4348.49	1058.10	342.44	4348.36	4304.94	1389.39	4.07	254.5(33.9)
10	S	4530.05	472.12	900.53	4530.31	2109.34	4025.85	4.47	254.5(33.9)
11	S	4348.49	1058.10	342.44	4348.36	4304.94	1389.39	4.07	254.5(33.9)
12	S	4530.05	472.12	900.53	4530.31	2109.34	4025.85	4.47	254.5(33.9)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	48.4	0.6	0.00287	43.6	25.2	-0.00345	-43.6	-25.2
2	0.00350	46.3	0.6	0.00271	35.6	35.6	-0.00528	-35.6	-35.6
3	0.00350	36.4	0.6	0.00286	25.2	43.6	-0.00347	-25.2	-43.6
4	0.00350	48.4	0.6	0.00287	43.6	25.2	-0.00345	-43.6	-25.2
5	0.00350	36.4	0.6	0.00286	25.2	43.6	-0.00347	-25.2	-43.6
6	0.00350	48.4	0.6	0.00287	43.6	25.2	-0.00345	-43.6	-25.2
7	0.00350	53.1	25.4	0.00287	43.6	25.2	-0.00359	-43.6	-25.2
8	0.00350	53.1	25.4	0.00259	43.6	25.2	-0.00678	-43.6	-25.2
9	0.00350	18.5	56.7	0.00286	13.0	48.6	-0.00367	-13.0	-48.6
10	0.00350	53.1	25.4	0.00287	43.6	25.2	-0.00359	-43.6	-25.2
11	0.00350	18.5	57.2	0.00286	13.0	48.6	-0.00367	-13.0	-48.6
12	0.00350	53.1	22.9	0.00287	43.6	25.2	-0.00359	-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	0.000050919	0.000037384	-0.000290155	----	----

2	0.000061557	0.000050754	-0.001286941	----	----
3	0.000038422	0.000050421	-0.000303517	----	----
4	0.000050919	0.000037384	-0.000290155	----	----
5	0.000038422	0.000050421	-0.000303517	----	----
6	0.000050919	0.000037384	-0.000290155	----	----
7	0.000056981	0.000029874	-0.000360243	----	----
8	0.000082560	0.000043284	-0.002093099	----	----
9	0.000020040	0.000061922	-0.000405063	----	----
10	0.000056981	0.000029874	-0.000360243	----	----
11	0.000020040	0.000061922	-0.000405063	----	----
12	0.000056981	0.000029874	-0.000360243	----	----

**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	3.47	47.4	0.0	18.3	-35.6	-35.6	----	----
2	S	2.06	46.9	0.0	-3.9	-35.6	-35.6	510	14.1
3	S	3.36	34.4	0.0	18.9	-25.2	-43.6	----	----
4	S	3.47	47.4	0.0	18.3	-35.6	-35.6	----	----
5	S	3.36	34.4	0.0	18.9	-25.2	-43.6	----	----
6	S	3.47	47.4	0.0	18.3	-35.6	-35.6	----	----
7	S	5.29	54.4	0.0	6.3	-43.6	-25.2	0	0.0
8	S	3.97	54.4	0.0	-80.6	-43.6	-25.2	1649	56.5
9	S	5.18	19.6	0.0	-1.1	-13.0	-48.6	353	7.1
10	S	5.06	54.4	0.0	2.7	-43.6	-25.2	0	0.0
11	S	5.44	18.1	0.0	-4.8	-13.0	-48.6	488	14.1
12	S	5.37	55.5	0.0	-1.2	-48.6	-13.0	441	14.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00004	0	0.743	30.0	82	0.00001 (0.00001)	552	0.006 (990.00)	1186.45	1485.64
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00

5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0	0.743	30.0	82	0.00001 (0.00001)	0	0.004 (990.00)	46743.40	100150.41
8	S	-0.00047	0	0.833	30.0	82	0.00024 (0.00024)	527	0.127 (990.00)	279.13	598.06
9	S	-0.00004	0	0.566	30.0	82	0.00000 (0.00000)	568	0.002 (990.00)	3269.79	1128.83
10	S	-0.00002	0	0.566	30.0	82	0.00000 (0.00000)	0	0.004 (990.00)	2764.68	5923.49
11	S	-0.00006	0	0.645	30.0	82	0.00001 (0.00001)	506	0.007 (990.00)	2437.20	769.88
12	S	-0.00004	0	0.566	30.0	82	0.00000 (0.00000)	459	0.002 (990.00)	1276.87	3099.27

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.47	47.4	0.0	18.3	-35.6	-35.6	---	---
2	S	2.06	46.9	0.0	-3.9	-35.6	-35.6	510	14.1
3	S	3.47	47.4	0.0	18.3	-35.6	-35.6	---	---
4	S	3.47	47.4	0.0	18.3	-35.6	-35.6	---	---
5	S	3.47	47.4	0.0	18.3	-35.6	-35.6	---	---
6	S	3.47	47.4	0.0	18.3	-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	-0.00004	0	0.743	30.0	82	0.00001 (0.00001)	552	0.006 (0.20)	1186.45	1485.64
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.61	60.0	0.0	19.8	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.49	60.0	0.0	18.1	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.61	60.0	0.0	19.8	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.61	60.0	0.0	19.8	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.61	60.0	0.0	19.8	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.61	60.0	0.0	19.8	-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>VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1105001</b>	REV. <b>B</b>

### 12.3 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	30907	1239	944	14281	14031	
E_103x_SLV_q=1_66	19448	<b>5135</b>	1618	46282	16950	
E_103y_SLV_q=1_67	19448	2123	<b>4486</b>	15341	53243	
E_103x_SLV_q=1_66	19448	5135	1618	46282	16950	
E_103y_SLV_q=1_67	19448	2123	4486	15341	53243	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T <sub>x</sub>	5135	2123
sollecitazione massima direzione y	T <sub>y</sub>	1618	4486
vettore complessivo, singolo palo	T	598	551

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	A <sub>sw</sub>	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	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 resisitente	V <sub>r</sub>	977	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	598	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.61	

## 12. 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