

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Prof. Ing. Marco PETRANGELI	Ing. Piergiorgio GRASSO
		Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche 

## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

VI05 – VIADOTTO dal km 20+474,00 al km 21+238,50: Viadotto Calore Torallo  
Pile P2-P3-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

APPALTATORE		SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a. Dott. Ing. Sabino Del Balzo DIRETTORE TECNICO  Ing. Sabino DEL BALZO 23/06/2020		-

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

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	V	I	0	5	0	5	0	0	2	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	F. Del Drago	24/02/2020	G. Usai	24/02/2020	P. Grasso	24/02/2020	M. Petrangeli
B	Revisione a seguito di istruttoria ITF	F. Del Drago 	23/06/2020	G. Usai 	23/06/2020	P. Grasso 	23/06/2020	  23/06/2020

File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.VI.05.0.5.002.B.docx	n. Elab.:
---------------------------------------------	-----------

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
2.1	NORMATIVE.....	6
2.2	ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	7
<b>3</b>	<b>MATERIALI.....</b>	<b>8</b>
3.1	CALCESTRUZZO PER FUSTO PILA E PULVINO.....	8
3.2	CALCESTRUZZO PER PLINTO DI FONDAZIONE.....	9
3.3	CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE.....	10
3.4	ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA.....	11
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ED ASPETTI IDRAULICI.....</b>	<b>12</b>
4.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	12
4.2	ASPETTI IDRAULICI .....	12
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>19</b>
6.1	PERMANENTI STRUTTURALI (G1) .....	19
6.1.1	PESO PROPRIO IMPALCATI.....	19
6.1.2	PESO PROPRIO PILA .....	21
6.2	PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2) .....	21
6.2.1	BALLAST (G21).....	22
6.2.2	PERMANENTI NON STRUTTURALI GENERICI (G22) .....	23
6.2.3	RIEMPIMENTO PILA E TERRENO DI RICOPRIMENTO .....	25
6.3	CARICHI DA TRAFFICO .....	26
6.3.1	CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO (Q1) .....	36
6.3.2	AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA (Q2).....	50
6.3.3	FORZA CENTRIFUGA (Q3).....	70
6.3.4	SERPEGGIO (Q4) .....	85
6.4	CARICHI VARIABILI (Q5) .....	92
6.4.1	AZIONI DEL VENTO (Q51).....	92
6.5	AZIONI INDIRETTE (Q6) .....	101
6.5.1	RESISTENZE PARASSITE NEI VINCOLI (Q61).....	101

<b>6.6</b>	<b>EFFETTI D'INTERAZIONE (Q7).....</b>	<b>102</b>
6.6.1	VARIAZIONI TERMICHE DELL'IMPALCATO (Q71) .....	102
6.6.2	AZIONI DI FRENATURA E AVVIAMENTO .....	103
6.6.3	INFLESSIONE DELL'IMPALCATO DOVUTA AI CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO .....	103
<b>6.7</b>	<b>AZIONI SISMICHE (E) .....</b>	<b>104</b>
6.7.1	SPETTRI DI PROGETTO ALLO SLV .....	105
<b>7</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>108</b>
7.1	SCELTA RAGIONATA DELLE COMBINAZIONI DI CARICO IMPIEGATE NELLE VERIFICHE STRUTTURALI .....	111
<b>8</b>	<b>ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI.....</b>	<b>112</b>
8.1	MODELLO DI CALCOLO .....	112
8.2	MASSE E FORZE SISMICHE.....	112
8.3	CARICHI ELEMENTARI .....	117
8.3.1	RIEPILOGO DEGLI SCARICHI DALL'IMPALCATO .....	117
8.4	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO .....	121
8.4.1	SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL FUSTO PILA .....	121
8.4.2	SOLLECITAZIONI ALL'INTRADOSSO DEL PLINTO DI FONDAZIONE.....	124
8.4.1	SOLLECITAZIONI DISTRIBUITE IN TESTA AI PALI DI FONDAZIONE .....	124
<b>9</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI DEL FUSTO PILA .....</b>	<b>125</b>
9.1	GEOMETRIA DELLA SEZIONE DI VERIFICA E ARMATURA .....	125
9.1.1	ARMATURA LONGITUDINALE .....	125
9.1.2	ARMATURA TRASVERSALE .....	125
9.1.3	VERIFICA DELL'ARMATURA MINIMA.....	126
9.2	VERIFICA SLU A FLESSIONE .....	129
9.3	VERIFICA SLU A TAGLIO .....	130
9.4	VERIFICA SLE TENSIONALE .....	131
9.5	VERIFICA SLE A FESSURAZIONE.....	132
9.6	VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI .....	132
<b>10</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE .....</b>	<b>133</b>
10.1	GEOMETRIA DELLA SEZIONE DI VERIFICA E ARMATURA.....	133
10.2	VERIFICA SLU A PRESSOFLESSIONE .....	135
10.3	VERIFICA SLU A TAGLIO .....	137
10.4	VERIFICA SLE TENSIONALE .....	138

<b>10.5</b>	<b>VERIFICA SLE A FESSURAZIONE.....</b>	<b>138</b>
<b>11</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI DEL PLINTO DI FONDAZIONE.....</b>	<b>139</b>
<b>11.1</b>	<b>VERIFICHE SLU-SLE CON MECCANISMO TIRANTE-PUNTONE.....</b>	<b>139</b>
<b>11.1.1</b>	<b>GEOMETRIA DEL TIRANTE-PUNTONE.....</b>	<b>141</b>
<b>11.1.2</b>	<b>SEZIONE DEL TIRANTE DI ARMATURA E DELLA BIELLA COMPRESSA.....</b>	<b>142</b>
<b>11.1.3</b>	<b>VERIFICHE SLU DELLE TENSIONI NORMALI.....</b>	<b>143</b>
<b>11.1.4</b>	<b>VERIFICHE SLE DELLE TENSIONI NORMALI.....</b>	<b>144</b>
<b>11.2</b>	<b>VERIFICA SLU A PUNZONAMENTO.....</b>	<b>144</b>
<b>11.3</b>	<b>VERIFICA SLE A FESSURAZIONE.....</b>	<b>145</b>
<b>12</b>	<b>EFFETTO DELLO SCALZAMENTO.....</b>	<b>146</b>
<b>13</b>	<b>INCIDENZE.....</b>	<b>149</b>

## 1 PREMESSA

Nell'ambito dell' *Itinerario Napoli-Bari* si inserisce il *Raddoppio della Tratta Cancello – Benevento - 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino - Vitulano* oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento degli elementi in elevazione e fondazione costituenti le Pile P2, P3, P18, P22, P23 e P24 del *Viadotto Calore Torallo\_VI05*.

Nella presente relazione sono riportati in forma sintetica i risultati della analisi delle sollecitazioni e delle verifiche strutturali del fusto pila, del plinto di fondazione e dei pali di fondazione, con riferimento alla pila avente le condizioni statiche più critiche tra quelle indicate.

Pila	H fusto [m]	H tot [m]
P2	5.0	6.95
P3	5.5	7.45
P18	5.5	7.45
P22	5.0	6.95
P23	5.0	6.95
P24	5.0	6.95

Nell'allegato 2 alla presente relazione sono riportati in forma completa i risultati delle analisi delle sollecitazioni e delle verifiche strutturali della pila avente condizioni statiche più critiche tra quelle appartenenti al gruppo di pile preso in considerazione. Pertanto, di seguito si farà riferimento alla pila P18 avente altezza maggiore.

Nel seguito si procede al calcolo dello stato di sollecitazione ed alle verifiche dei vari elementi costituenti la pila, nei confronti degli Stati Limite Ultimi strutturali di presso-flessione e taglio e degli stati limite di esercizio di fessurazione e tensionale.

Si esegue inoltre la determinazione delle azioni massime sui pali di fondazione e la verifica del plinto di fondazione nei confronti degli stati limite ultimi e di esercizio strutturali.

Sono eseguite infine le verifiche strutturali dei pali di fondazione nei confronti degli stati limite ultimi e di esercizio strutturali.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 002</td> <td>B</td> <td>6 di 149</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	6 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	6 di 149								

## 2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVE

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»*
- [3] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario*
- [4] *Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie*
- [5] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria*
- [6] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari*
- [7] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo*
- [8] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia*
- [9] *Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)*
- [10] *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*

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di  
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	7 di 149

## 2.2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

### 3 MATERIALI

#### 3.1 CALCESTRUZZO PER FUSTO PILA E PULVINO

Classe C32/40

$R_{ck} =$	40.00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	33.20	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.20	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1.50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	18.81	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	3.10	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3.72	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	2.17	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	18.26	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	13.28	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	33643.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	14018.00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Debolmente aggressive		
Classe di esposizione =	XC4		
$c =$	4.00	cm	Copriferro minimo
$w =$	0.20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

## 3.2 CALCESTRUZZO PER PLINTO DI FONDAZIONE

Classe C28/35

$R_{ck} =$	35.00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	29.05	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	37.05	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1.50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	16.46	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	2.83	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3.40	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	1.98	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	15.98	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	11.62	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	32588.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13578.00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Ordinarie		
Classe di esposizione =	XC2		
$c =$	4.00	cm	Copriferro minimo
$w =$	0.30	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

### 3.3 CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE

Classe C25/30

$R_{ck} =$	30.00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	24.90	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	32.90	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1.50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	14.11	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	2.56	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3.07	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	1.79	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	13.70	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	9.96	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	31447.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13103.00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Ordinarie		
Classe di esposizione =	XC2		
$c =$	6.00	cm	Copri ferro minimo
$w =$	0.20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

### 3.4 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA

B450C

$f_{yk} \geq$	450.00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540.00	MPa	Tensione caratteristica di rottura
$(f_t / f_y)_k \geq$	1.15		
$(f_t / f_y)_k <$	1.35		
$\gamma_s =$	1.15	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.30	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0.20	%	Deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7.50	%	Deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s = 0,75 f_{yk} =$	337.50	MPa	Tensione in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 002</td> <td>B</td> <td>12 di 149</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	12 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	12 di 149								

## 4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ED ASPETTI IDRAULICI

### 4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la definizione della categoria di suolo delle opere appartenenti alla tratta in oggetto si rimanda all'elaborato progettuale "IF26.0.1.E.ZZ.RB.VI.00.0.5.001.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni su pali".

### 4.2 ASPETTI IDRAULICI

Per gli aspetti idrologici e idraulici si fa riferimento agli elaborati specialistici di riferimento.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 13 di 149

## 5 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il Viadotto Calore Torallo\_VI05, a doppio binario, si estende tra le progressive km 20+474,00 e km 21+238,50 della *Tratta Canello-Benevento – II° Lotto funzionale Frasso Telesino - Vitulano*, per uno sviluppo complessivo pari a 764.5 m in corrispondenza del *Fiume Calore*, ed è costituito da 25 campate isostatiche, di cui:

- n°22 campate di luce  $L=25,00\text{m}$  (asse pila-asse pila): ciascun impalcato è costituito da n°4 travi a cassoncino in c.a.p. di luce di calcolo  $L_c=22,80\text{m}$  disposte ad un interasse di 2,48m e collegate trasversalmente da n°4 trasversi in c.a.p. con cavi post-tesi. Completa l'impalcato una soletta in c.a. gettata in opera di larghezza complessiva pari a 13,70m.
- n°2 campate (tra le pile P5 e P6 e tra le pile P7 e P8) di luce  $L=45,00\text{m}$  (asse pila-asse pila): l'impalcato è della tipologia a struttura mista acciaio-calcestruzzo con soletta collaborante in c.a. avente luce di calcolo  $L_c=43,00\text{m}$  con una larghezza complessiva pari a 13,70m.
- n°1 campata (tra le pile P6 e P7) di luce  $L=65,00\text{m}$  (asse pila-asse pila): l'impalcato è della tipologia a struttura mista acciaio-calcestruzzo con soletta collaborante in c.a. avente luce di calcolo  $L_c=63,00\text{m}$  con una larghezza complessiva pari a 13,70m.

L'adozione di "campate speciali" (45,00m-65,00m-45,00m di cui sopra) per lo scavalco del Fiume Calore è stata dettata da motivazioni di carattere idraulico legate in primo luogo al rispetto di quanto prescritto dal DM 14 Gennaio 2008 [1] in termini di compatibilità idraulica (cfr. § 5.2.1.2 "...la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà esser inferiore a 40metri..."), alla vicinanza del viadotto stradale esistente della S.S. Fondo Valle Isclero immediatamente più a valle, nonché dall'esigenza di garantire il rispetto dei franchi idraulici minimi sul livello di piena di progetto.

In corrispondenza dell'interferenza con la S.P.116 (ex S.S.265) è prevista la realizzazione di una struttura scatolare "a farfalla" (fra P20A e P20B) tale da compatibilizzare il progetto dell'infrastruttura ferroviaria con il mantenimento della sede attuale della S.P.116 (ex S.S.265) stessa. Tale struttura scatolare "a farfalla", in c.a. gettata in opera e con solettone di copertura realizzato con travi prefabbricate in c.a.o. solidarizzate in opera, presenta dei forni "ad arco" parallelamente alla sede stradale richiamando così, in diversa veste, il motivo caratterizzate di due opere ferroviarie del I° Lotto Funzionale della Tratta in oggetto.

Le pile, in c.a., a sostegno delle campate di luce  $L=25,00\text{m}$  presentano un fusto a sezione rettangolare cava costante su tutta l'altezza di dimensioni esterne pari a 3,30mx8,60m con raccordi circolari ed un motivo "a lesena" nella parte centrale del fusto su tutti e quattro i lati. Diversamente, le pile da P5 a P8, afferenti alle campate di scavalco del Fiume Calore, presentano un fusto a sezione rettangolare cava variabile sull'altezza, di dimensioni esterne a quota estradosso pulvino pari a 4,50mx13,20m, con 13,20m costante su tutta l'altezza e 4,50m variabile e crescente con pendenza pari a 1/25; anche tali pile sono caratterizzate da raccordi circolari ed un motivo "a lesena" nella parte centrale del fusto su tutti e quattro i lati.

Le fondazioni sono realizzate con 9 pali trivellati del diametro  $\Phi$  1500 mm posti ad un interasse pari a 3 diametri.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento della Pila P18, sulla quale gravano due impalcati isostatici a singola campata, di luce pari a 25m. Il fusto presenta la sezione tipologica 3,30m x 8,60m e un'altezza pari a 5,50m.

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	14 di 149

Con riferimento alle sottostrutture prese in considerazione nella presente relazione, le tipologie di impalcato, la geometria del fusto e la geometria del plinto e dei pali sono sintetizzate nella seguente tabella:

Pila	Impalcato precedente	Impalcato successivo	Fusto	Dimensioni plinto	Pali
P2	4 c.a.p. (L=25m)	4 c.a.p. (L=25m)	3.3m x 8.6m x 5.0m	12m x 12m x 2.5m	9 ø1500
P3	4 c.a.p. (L=25m)	4 c.a.p. (L=25m)	3.3m x 8.6m x 5.5m	12m x 12m x 2.5m	9 ø1500
P18	4 c.a.p. (L=25m)	4 c.a.p. (L=25m)	3.3m x 8.6m x 5.5m	12m x 12m x 2.5m	9 ø1500
P22	4 c.a.p. (L=25m)	4 c.a.p. (L=25m)	3.3m x 8.6m x 5.0m	12m x 12m x 2.5m	9 ø1500
P23	4 c.a.p. (L=25m)	4 c.a.p. (L=25m)	3.3m x 8.6m x 5.0m	12m x 12m x 2.5m	9 ø1500
P24	4 c.a.p. (L=25m)	4 c.a.p. (L=25m)	3.3m x 8.6m x 5.0m	12m x 12m x 2.5m	9 ø1500

A seguire si riportano delle immagini che illustrano la geometria della pila (prospetto frontale e sezione orizzontale del fusto) e del plinto di fondazione (vista in pianta).

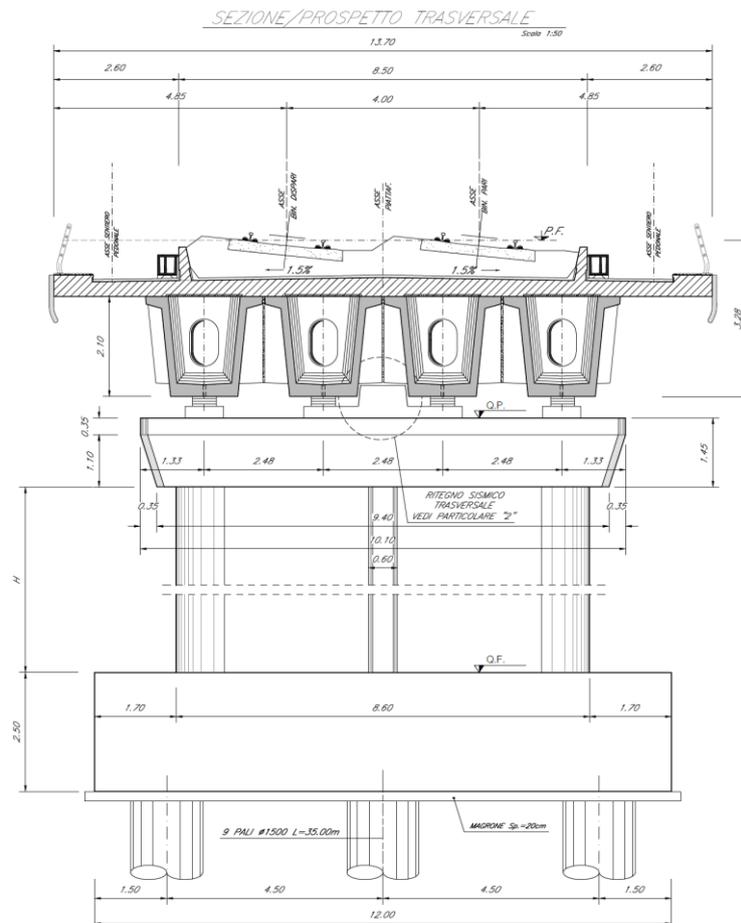


Figura 1 – Pila, prospetto frontale [m]

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	15 di 149

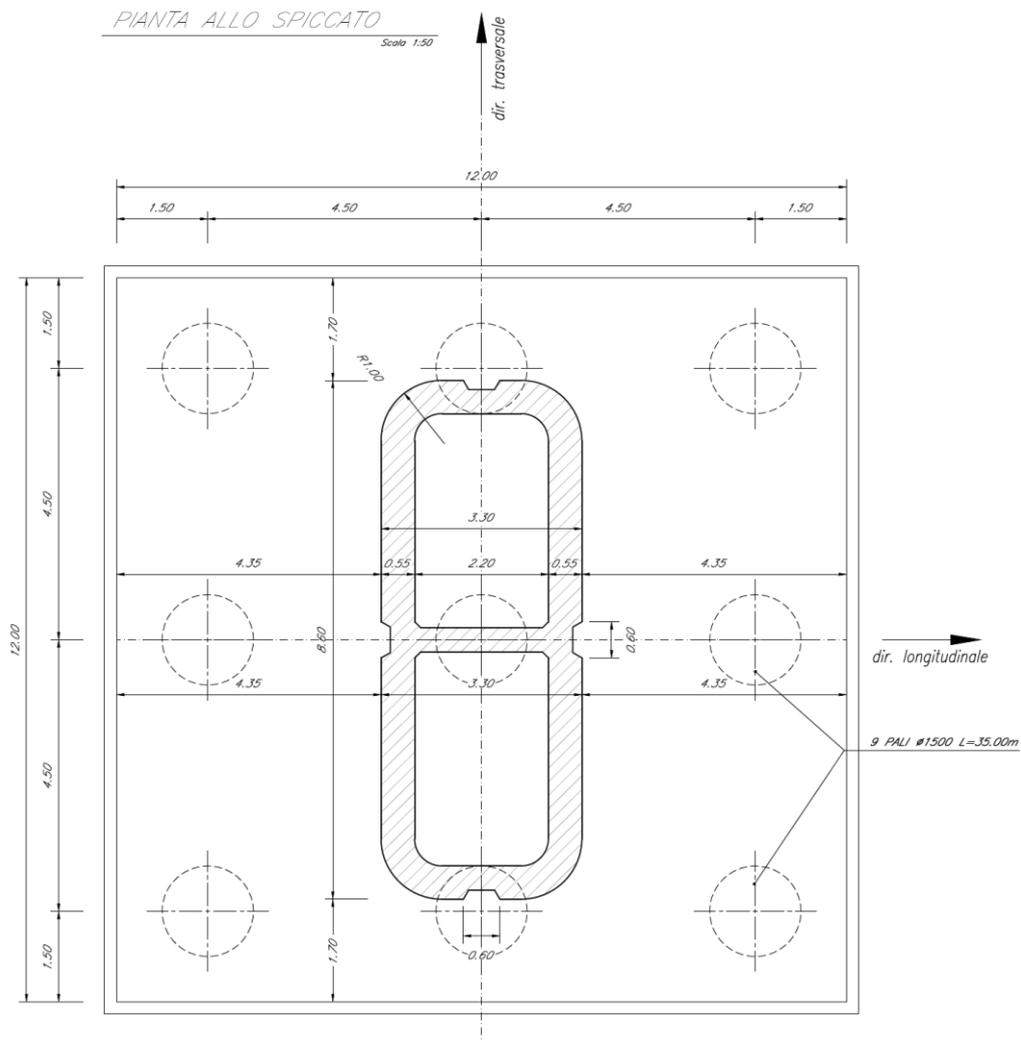


Figura 2 – Plinto di fondazione e pali, vista in pianta - Sezione del fusto pila [m]

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	16 di 149

Le seguenti figure illustrano la geometria del pulvino della pila in prospetto longitudinale.

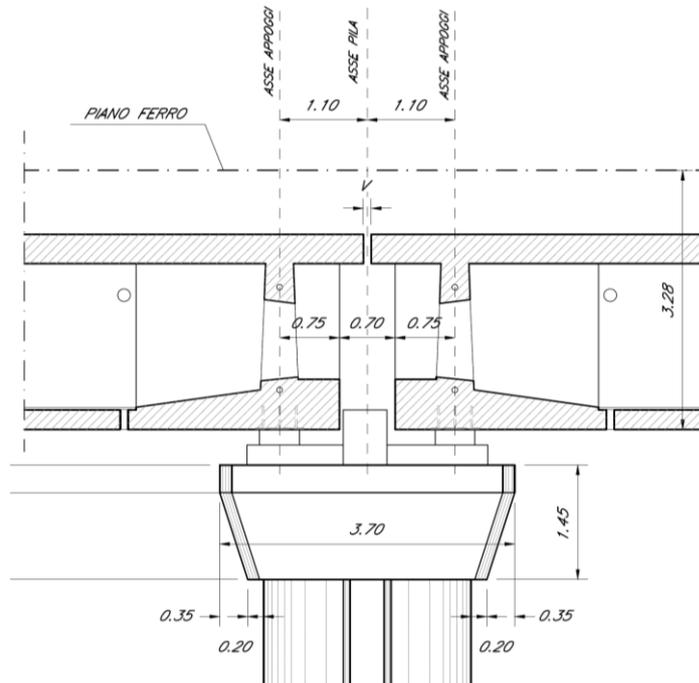


Figura 3 – Pila, prospetto longitudinale – Due impalcati CAP

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	17 di 149

Si riportano a seguire due immagini che illustrano lo schema vincolare della campata isostatica i-esima ed il relativo dettaglio della pila i-esima (sono rappresentati due impalcati tipologici).

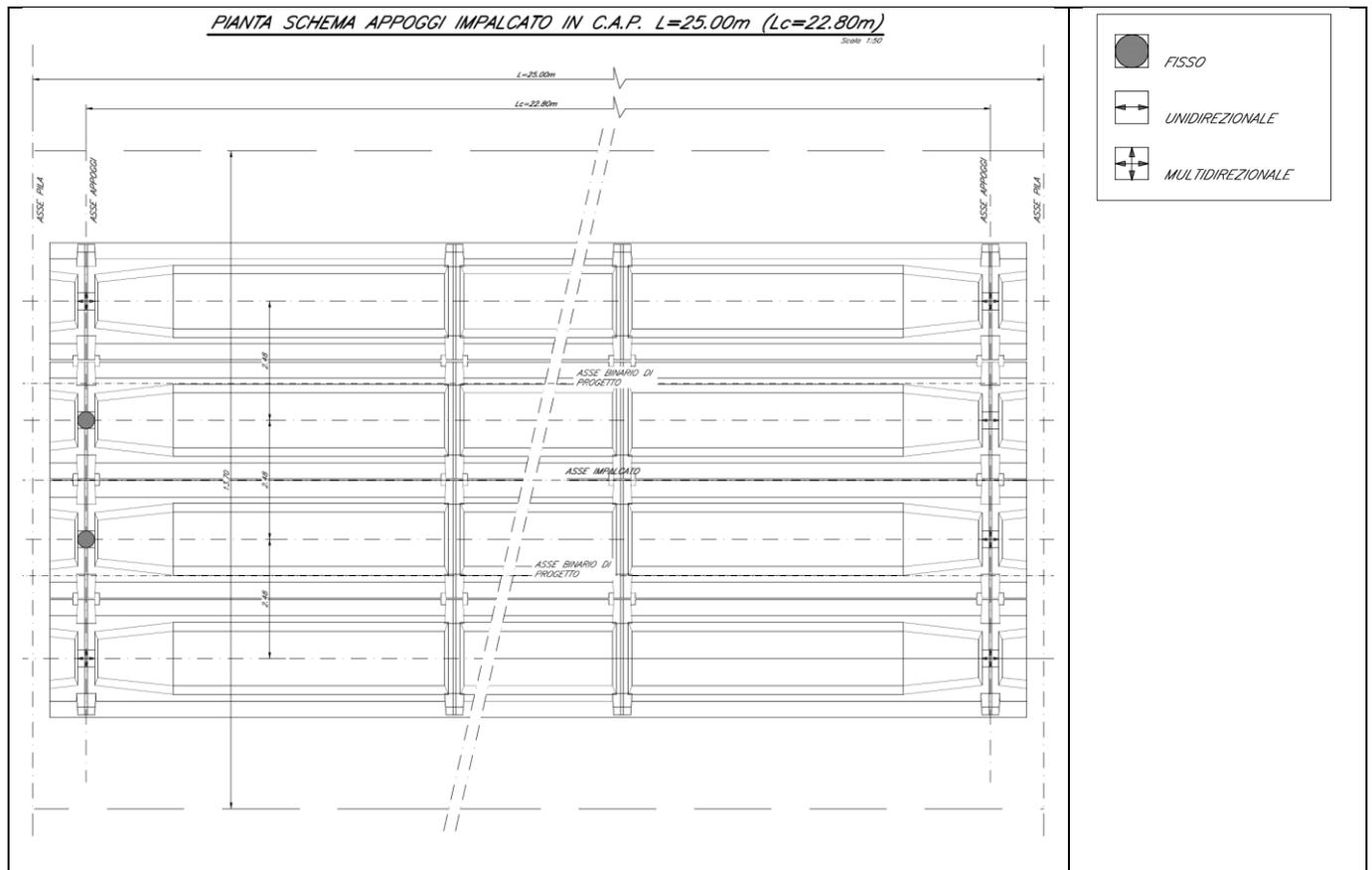


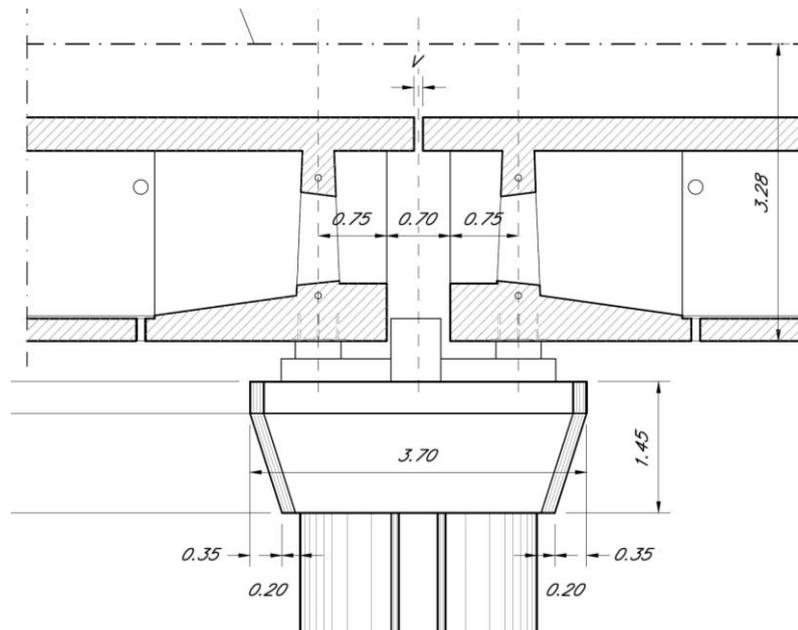
Figura 4 – Viadotto VI05 – Schema vincolare campata isostatica i-esima

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	18 di 149

Impalcato “precedente” – Mobile longitudinale

Impalcato “successivo” – Fisso longitudinale



← dir. Cancello

dir. Benevento →

Figura 5 – Viadotto VI05 – Schema vincolare pila i-esima

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi agenti sulla pila e derivanti dagli impalcati afferenti.

Le azioni e le reazioni riportate sono riferite al seguente sistema di riferimento:

- asse 1 o asse X : asse longitudinale;
- asse 2 o asse Y : asse trasversale;
- asse 3 o asse Z : asse verticale.

### 6.1 PERMANENTI STRUTTURALI (G1)

#### 6.1.1 PESO PROPRIO IMPALCATI

L'impalcato a singola campata isostatica, di luce pari a 25 m in asse ai giunti (22,80 m asse appoggi), è costituito da 4 cassoncini in c.a.p. solidarizzati da trasversi gettati in opera. La soletta è di spessore variabile tra 30 cm e 40 cm ed è anch'essa gettata in opera su predalles prefabbricate.

I carichi afferenti al peso proprio degli impalcati sono calcolati sulla base delle caratteristiche geometriche e del peso unitario di ciascun elemento, come riportato a seguire.

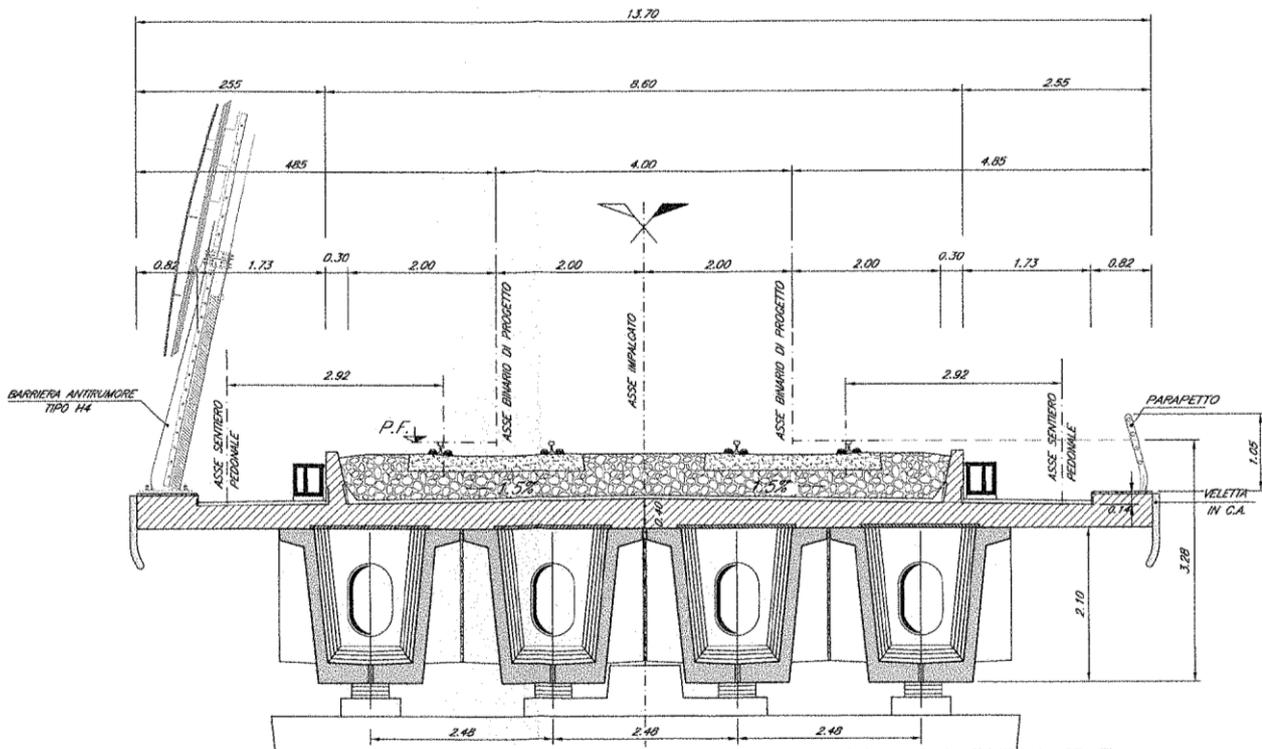


Figura 6 – Impalcato quadri cassone in c.a.p. (L=25m) – Sezione trasversale tipologica [m]

IMPALCATO-SX

IMPALCATO-DX

Peso proprio travi

A,1 sezione testata =	2,01	m2	2,01	m2
A,1 sezione media transizione =	1,60	m2	1,60	m2
A,1 sezione corrente =	1,13	m2	1,13	m2
L,testata =	1,50	m	1,50	m
L,zona transizione =	3,60	m	3,60	m
L,corrente =	19,20	m	19,20	m
L,tot =	24,30	m	24,30	m
V,1 trave =	30,47	m3	30,47	m3
peso unitario travi =	25,00	kN/m3	25,00	kN/m3
P,1 trave =	761,78	kN	761,78	kN

Peso proprio trasversi

A,1 sez trasverso testata =	2,76	m2	2,76	m2
A,1 sez trasverso corrente =	3,64	m2	3,64	m2
s,trasverso testata =	0,40	m	0,40	m
s,trasverso corrente =	0,25	m	0,25	m
V,1 trave trasversi =	4,03	m3	4,03	m3
peso unitario trasversi =	25,00	kN/m3	25,00	kN/m3
P,1 trave trasv =	100,70	kN	100,70	kN

Peso proprio totale travi e trasversi

P,1 trave+trasv =	862,48	kN	862,48	kN
N,travi =	4,00		4,00	
P,tot travi+trasv =	3449,90	kN	3449,90	kN

Peso proprio soletta

A soletta =	5,05	m <sup>2</sup>	5,05	m <sup>2</sup>
L impalcato =	25,00	m	25,00	m
peso unitario soletta =	25,00	kN/m <sup>3</sup>	25,00	kN/m <sup>3</sup>

P soletta =	3156,25	kN	3156,25	kN
-------------	---------	----	---------	----

#### Peso proprio totale impalcato

Peso impalcato =	6606,15	kN	6606,15	kN
------------------	---------	----	---------	----

#### Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0		0	
F2 =	0		0	
F3 =	3303	kN	3303	kN
M1 =	0		0	
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

### 6.1.2 PESO PROPRIO PILA

I carichi afferenti al peso proprio degli elementi costituenti la pila (fusto, pulvino e fondazioni) sono calcolati sulla base delle caratteristiche geometriche di ciascun elemento e considerando un peso unitario del calcestruzzo pari a 25,00 kN/m<sup>3</sup>.

## 6.2 PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)

I carichi permanenti non strutturali sono costituiti dal peso della massicciata, dal peso delle barriere antirumore e dal peso delle canalette portacavi. In aggiunta ai permanenti non strutturali portati dagli impalcato si hanno anche quelli costituiti dal riempimento della pila e dal sovraccarico del terreno di ricoprimento del plinto.

La normativa distingue tra ballast e permanenti non strutturali generici nell'assegnazione dei valori del coefficiente di combinazione (rif. §2.5.3.8.3.1 [3]), per questo motivo nei paragrafi a seguire i due casi di carico vengono trattati separatamente.

### 6.2.1 BALLAST (G21)

Secondo il §2.5.1.3.2 [3], ove non si eseguano valutazioni più dettagliate, la determinazione dei carichi permanenti portati relativi al peso della massicciata, armamento e dell'impermeabilizzazione potrà effettuarsi assumendo convenzionalmente, per linea in rettilineo, un peso di volume pari a 18,00 kN/m<sup>3</sup>, applicato su tutta la larghezza media compresa fra i muretti paraballast, per un'altezza media fra p.f. ed estradosso impalcato pari a 0,80 m. Per i ponti in curva si assume un peso convenzionale di 20 kN/m<sup>3</sup>.

#### IMPALCATO - SX

#### IMPALCATO - DX

##### Peso ballast

p,ballast rettilineo =	18,00	kN/m <sup>3</sup>	18,00	kN/m <sup>3</sup>
p,ballast curva =	20,00	kN/m <sup>3</sup>	20,00	kN/m <sup>3</sup>
tracciato in curva (S/N) =	S		S	
p,ballast =	20,00	kN/m <sup>3</sup>	20,00	kN/m <sup>3</sup>
s ballast =	0,80	m	0,80	m
L ballast =	8,30	m	8,30	m
L impalcato =	25,00		25,00	
P,tot ballast =	3320,00	kN	3320,00	kN

##### Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0		0	
F2 =	0		0	
F3 =	1660	kN	1660	kN
M1 =	0		0	
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

## 6.2.2 PERMANENTI NON STRUTTURALI GENERICI (G22)

### 6.2.2.1 AFFERENTI ALL'IMPALCATO

Secondo il §2.5.1.3.2 [3], nella progettazione di nuovi ponti ferroviari dovranno essere sempre considerati i pesi le azioni e gli ingombri associati all'introduzione delle barriere antirumore, anche nei casi in cui non ne sia originariamente prevista la realizzazione, assumendo un peso pari a 4,00 kN/m<sup>2</sup> ed un'altezza minima di 4,00 m misurata dall'estradosso della soletta. Cautelativamente si considerano presenti barriere H4 ad entrambe le estremità dell'impalcato.

#### IMPALCATO - SX

#### IMPALCATO - DX

##### Peso barriere antirumore

P,barriere =	4,00	kN/m <sup>2</sup>	4,00	kN/m <sup>2</sup>
B.A. lato sx =	H4		H4	
B.A. lato sdx =	H4		H4	
H,barriera sx (min. 4m) =	5,40	m	5,40	m
H,barriera dx (min. 4m) =	5,40	m	5,40	m
L impalcato =	25,00	m	25,00	m
P,tot barriere =	1080,00	kN	1080,00	kN

##### Peso cordoli, muretti paraballast, velette

A,cordoli (2) =	0,36	m <sup>2</sup>	0,36	m <sup>2</sup>
A,muretti paraballast (2) =	0,287	m <sup>2</sup>	0,287	m <sup>2</sup>
A,veletta (2) =	0,19	m <sup>2</sup>	0,19	m <sup>2</sup>
P,tot arredi =	521,13	kN	521,13	kN

##### Peso canalette portacavi

P,canalette (2) =	5,00	kN/m	5,00	kN/m
P,tot canalette =	125,00	kN	125,00	kN

##### Permanenti non strutturali totali

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	24 di 149

Permanenti tot = 1726.13 kN 1726.13 kN

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 0  
 F2 = 0 0  
 F3 = 863 kN 863 kN  
 M1 = 0 0  
 M2 = 0 0  
 M3 = 0 0

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	25 di 149

### 6.2.3 RIEMPIMENTO PILA E TERRENO DI RICOPRIMENTO

Il riempimento della pila ed il terreno di ricoprimento del plinto costituiscono un carico permanente portato agente sul plinto di fondazione al livello dell'estradosso plinto.

Le forze risultanti così calcolate vengono considerate come forze concentrate agenti in corrispondenza dell'estradosso del plinto.

#### Peso terreno di ricoprimento

Area ingombro pila:

dlong	3.3 m
dtrasv	8.6 m
A	28.38 m <sup>2</sup>

Peso terreno:

dlong	12 m
dtrasv	12 m
hterr	1.0 m
gterr	20 kN/m <sup>3</sup>
Wterr	<b>2312</b> kN

#### Peso riempimento pila

Ac_riemp	15.4	m <sup>2</sup>
h_riemp	2.4	m <sup>2</sup>
P_riemp	924	kN

#### Permanenti non strutturali pila totali

	F3	
G2, pila	3236	kN

## 6.3 CARICHI DA TRAFFICO

Le azioni verticali associate ai convogli ferroviari si schematizzano mediante i modelli di carico teorici LM71 e SW/2.

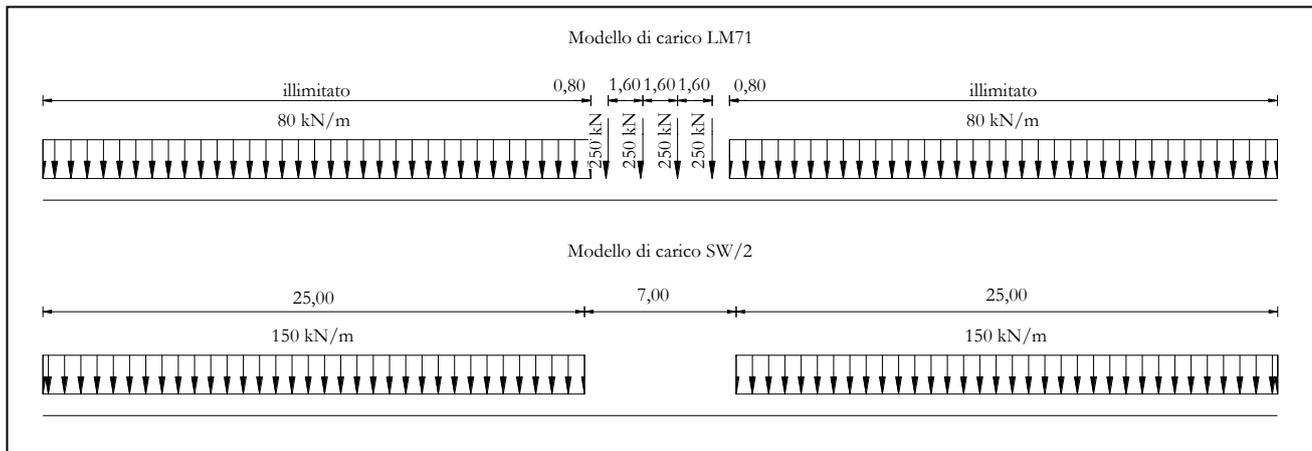


Figura 7 – Modelli di carico teorici LM71 e SW/2

Le differenti disposizioni degli assi e delle stese di carico considerate sono state definite in modo tale da massimizzare gli scarichi sulla pila:

- **Disposizione 1:** disposizione atta a massimizzare lo scarico assiale sulla pila. Prevede entrambi i binari di entrambe le campate caricate con i modelli LM71 e SW/2. Gli assi del LM71 e la stesa di carico di 25 m del SW/2 sono centrati sulla pila.
- **Disposizione 2:** disposizione atta a massimizzare il momento longitudinale (momento che “gira” intorno all’asse trasversale) sulla pila. Prevede entrambi i binari di un solo impalcato caricate con i modelli LM71 e SW/2. Gli assi del modello LM71 e la stesa di carico di 25 m del modello SW/2 sono posizionati a partire dall’estremità sinistra dell’impalcato di destra.
- **Disposizione 3:** disposizione atta a massimizzare il momento trasversale (momento che “gira” intorno all’asse longitudinale) sulla pila. Prevede un solo binario di entrambi gli impalcati caricato il modello SW/2. La stesa di carico di 25 m del modello SW/2 è centrata sulla pila.
- **Disposizione 4:** disposizione atta a massimizzare il momento trasversale (momento che “gira” intorno all’asse longitudinale) sulla pila. Prevede un solo binario di entrambi gli impalcati caricato con il modello LM71. Gli assi del LM71 sono centrati sulla pila.
- **Disposizione 5:** disposizione atta a massimizzare lo scarico assiale sulla pila e contemporaneamente a creare un momento longitudinale (che “gira” intorno all’asse trasversale) sulla pila. Prevede entrambi i binari di entrambe le campate caricate con i modelli LM71 e SW/2. Gli assi del LM71 e la stesa di carico di 25 m del SW/2 sono posizionati a partire dall’estremità sinistra dell’impalcato di destra.

- *Disposizione 6:* disposizione atta a massimizzare lo scarico assiale sulla pila. Prevede entrambi i binari di entrambe le campate caricati con i modelli LM71 e SW/2. Gli assi del LM71 ed il tratto scarico di 7 m del SW/2 sono centrati sulla pila.
- *Disposizione 7:* disposizione atta a minimizzare lo scarico assiale sulla pila e contemporaneamente a massimizzare il momento longitudinale (momento che “gira” intorno all’asse trasversale. Prevede entrambi i binari di un solo impalcato caricati con i modelli LM71 e SW/2. Gli assi del modello LM71 e la stesa di carico di 25 m del modello SW/2 sono posizionati a partire dall’estremità sinistra dell’impalcato di destra.

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	28 di 149

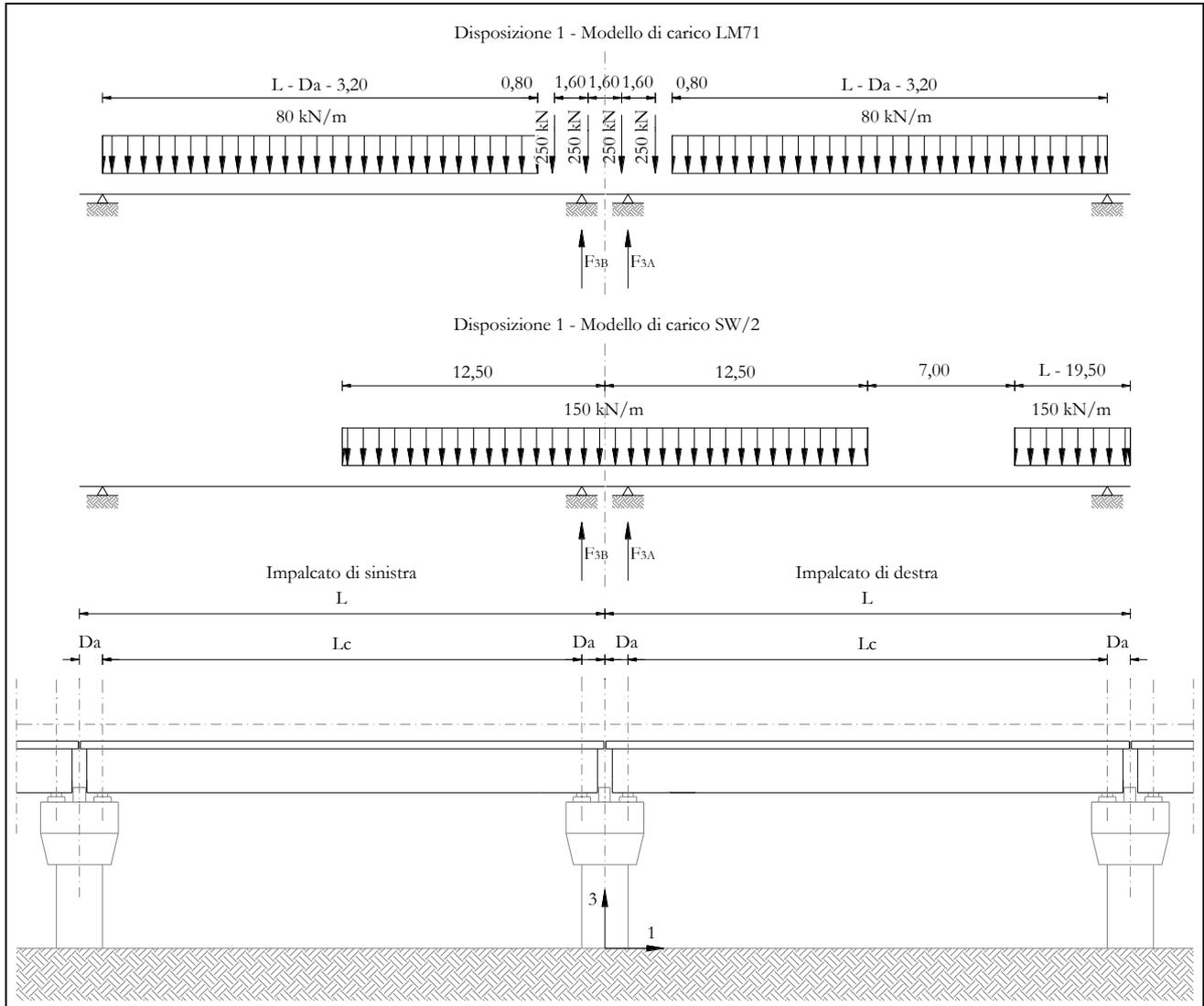


Figura 8 – Disposizione di carico 1

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	29 di 149

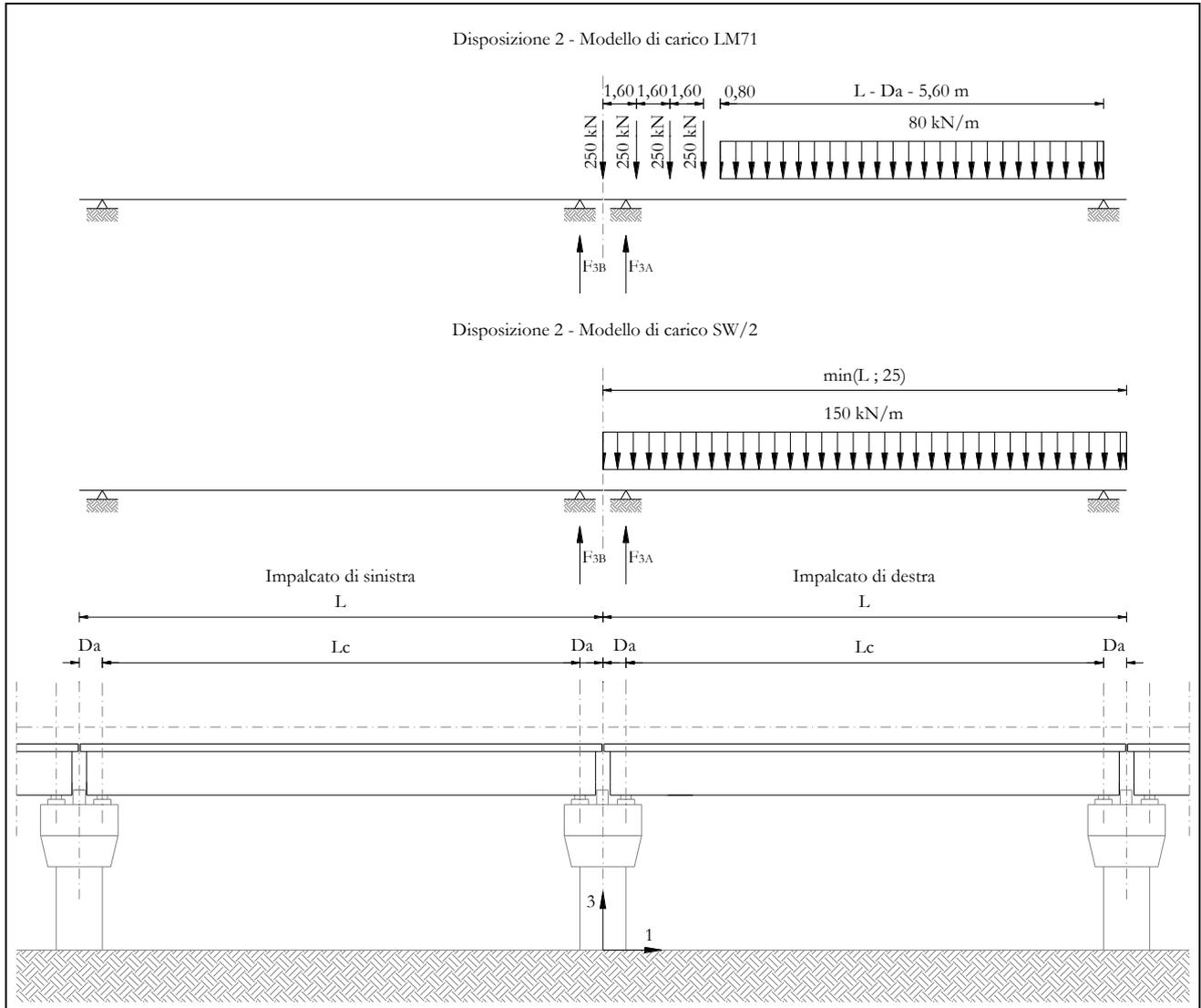


Figura 9 – Disposizione di carico 2

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	30 di 149

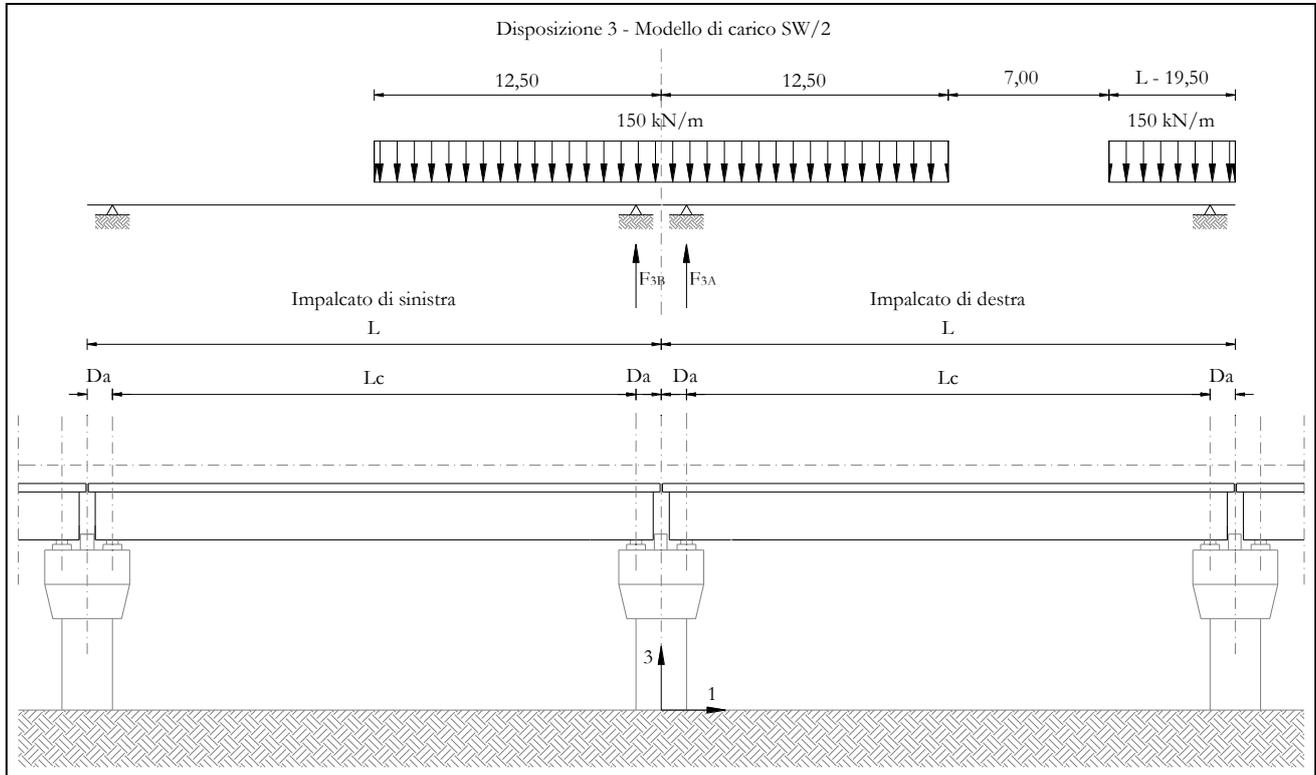


Figura 10 – Disposizione di carico 3

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	31 di 149

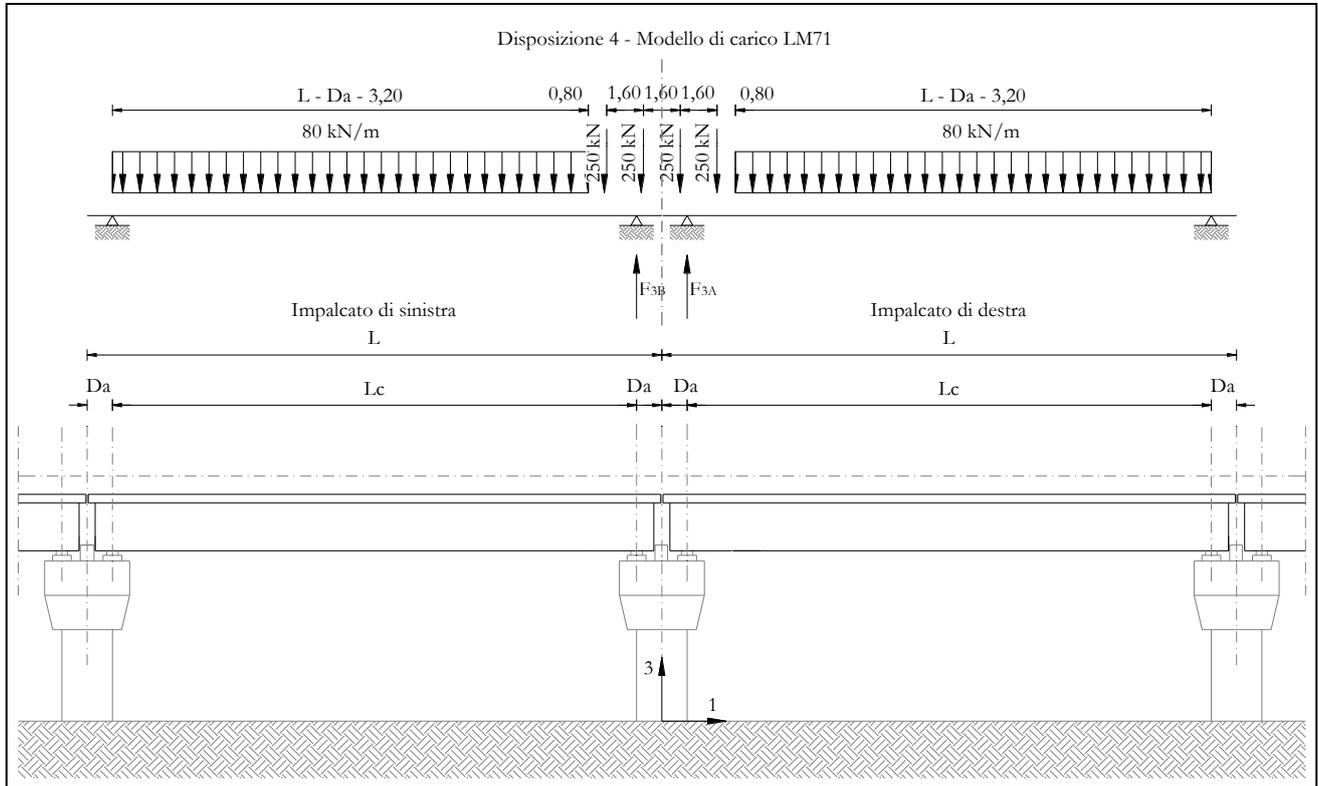


Figura 11 – Disposizione di carico 4

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	32 di 149

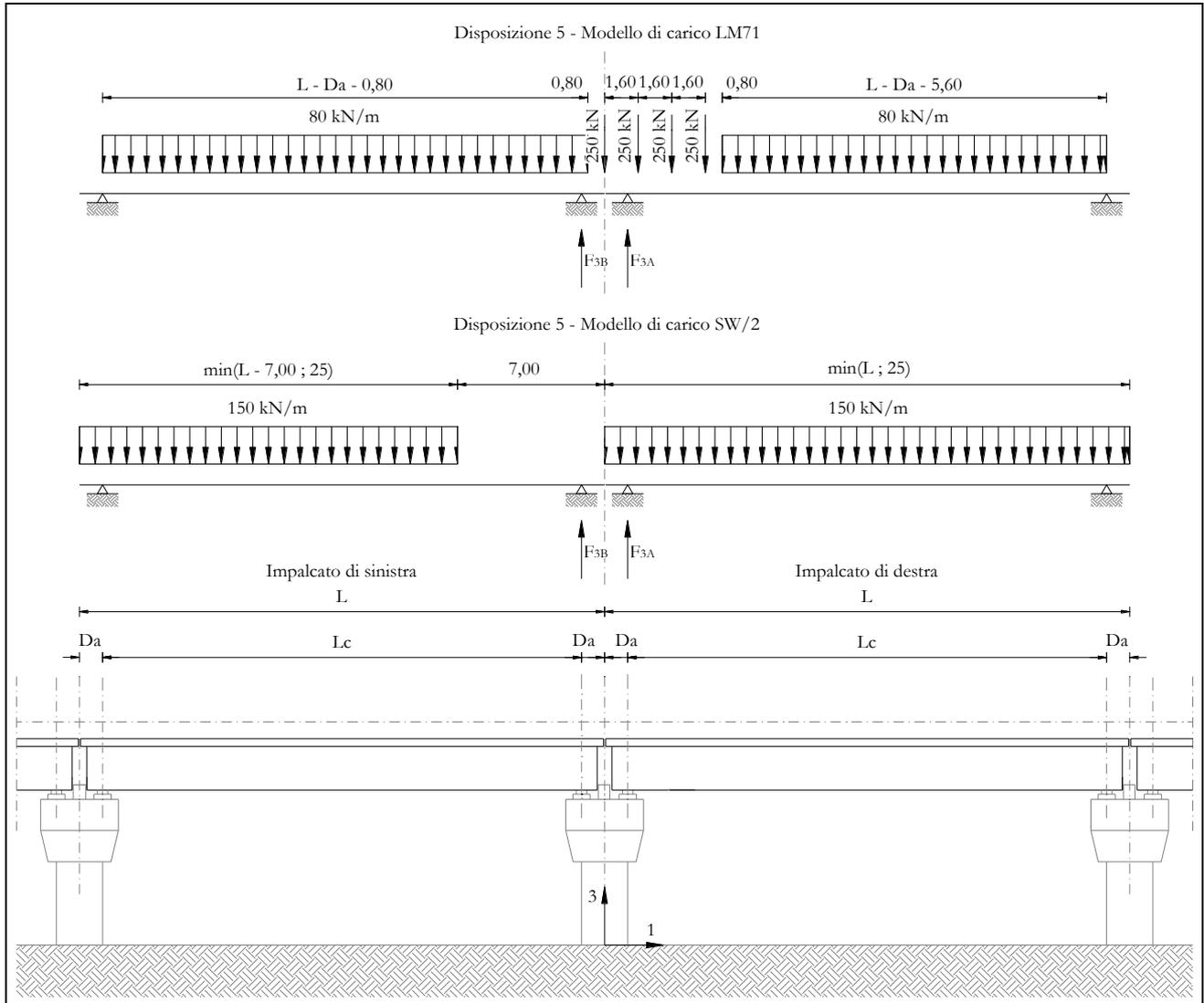


Figura 12 – Disposizione di carico 5

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	33 di 149

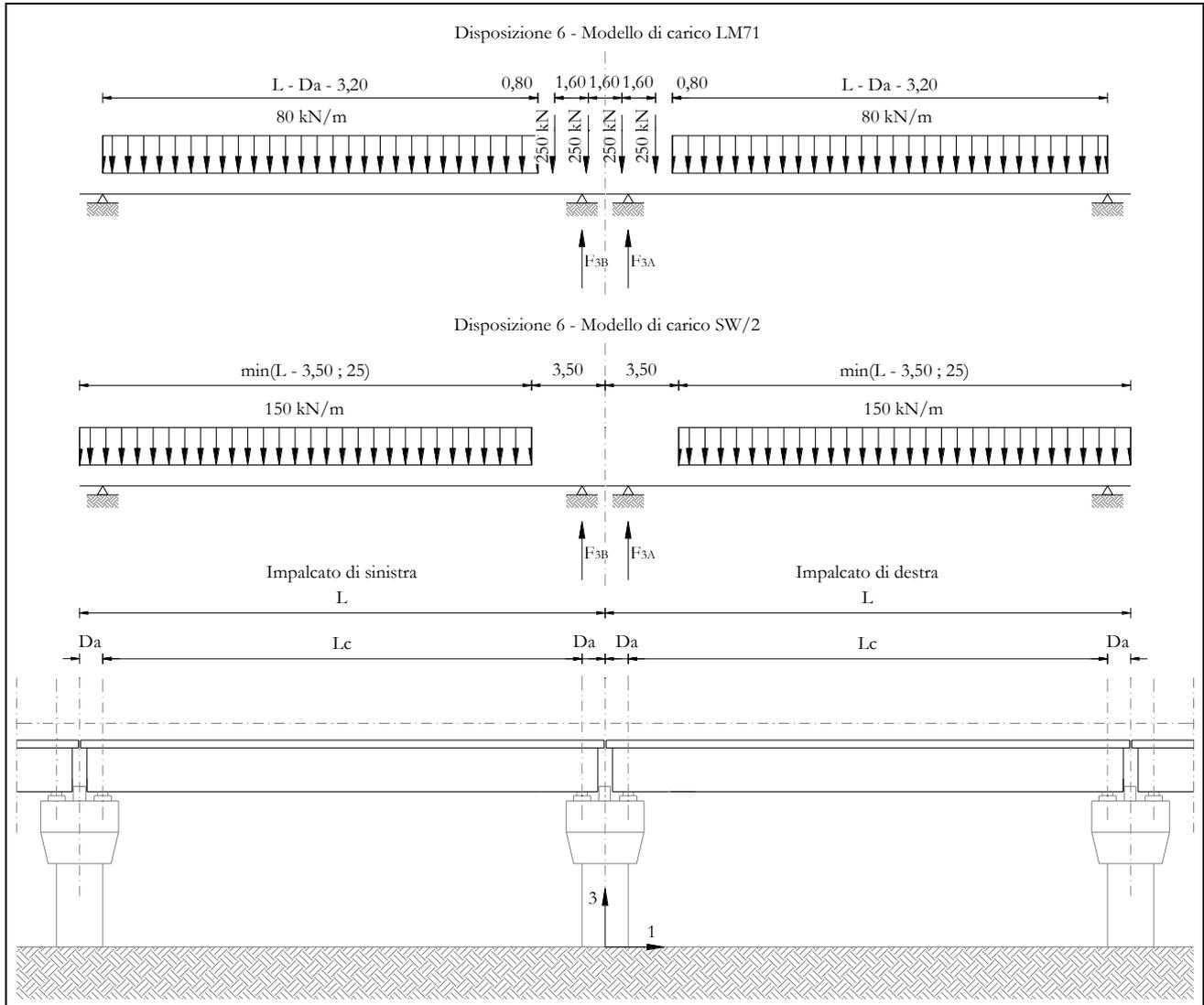


Figura 13 – Disposizione di carico 6

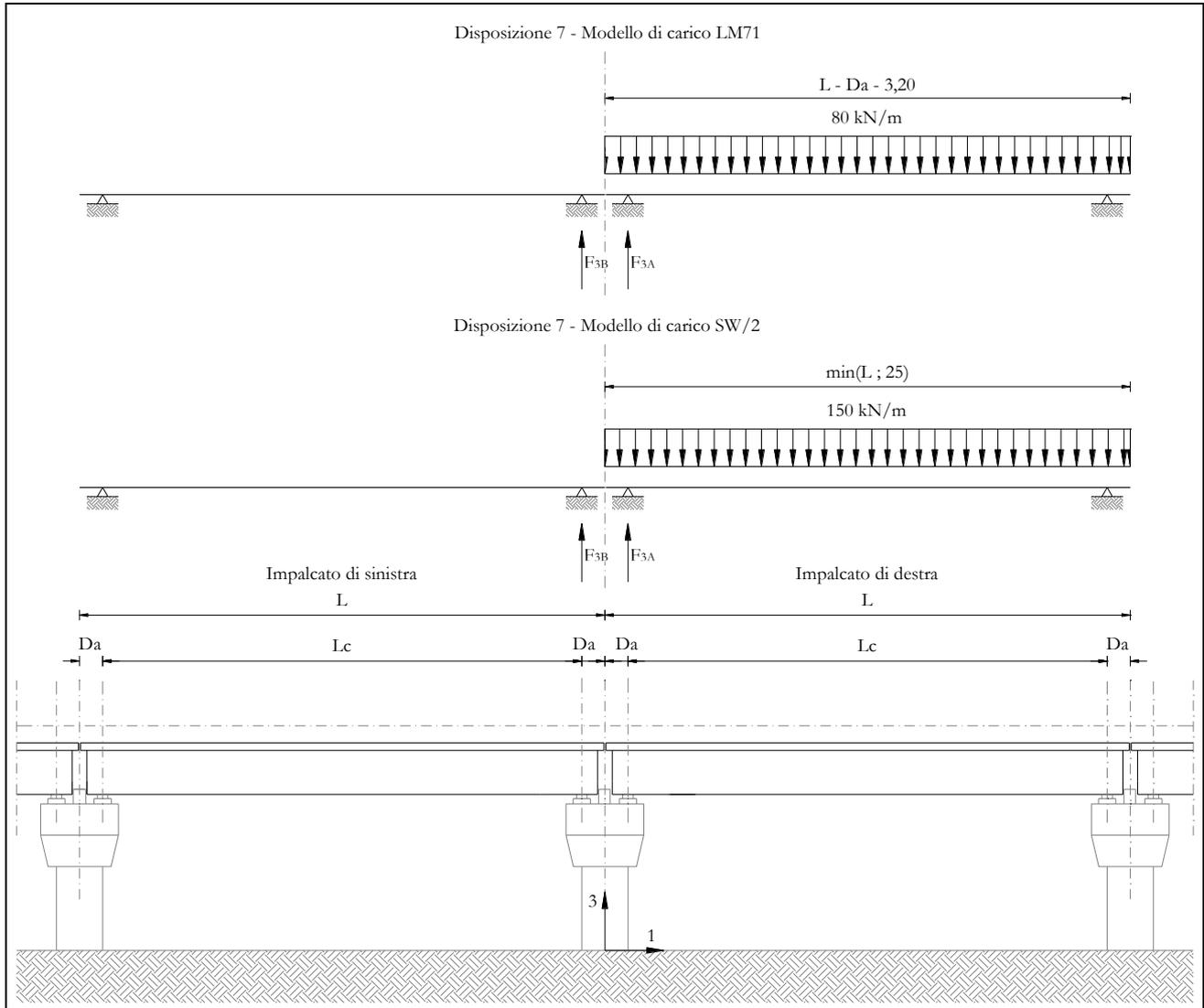


Figura 14 – Disposizione di carico 7

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico devono essere moltiplicati per il coefficiente  $\alpha$  che deve assumersi come da tabella seguente:

Modello di carico	Coefficiente $\alpha$
LM71	1,10
SW/2	1,00

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 002</td> <td>B</td> <td>35 di 149</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	35 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	35 di 149								

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico devono essere moltiplicati per coefficienti che tengono conto dell'amplificazione dinamica. I coefficienti di amplificazione dinamica  $\Phi$  si assumono pari a  $\Phi_2$  o  $\Phi_3$  in dipendenza dal livello di manutenzione della linea. In particolare si assumerà:

- per linee con elevato standard manutentivo:  
 $\Phi_2 = 1,44/(\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,82$  con limitazione  $1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$
- per linee con normale standard manutentivo:  
 $\Phi_3 = 2,16/(\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,73$  con limitazione  $1,00 \leq \Phi_2 \leq 2,00$

Pile con snellezza  $\lambda \leq 30$ , spalle, fondazioni, muri di sostegno e spinte del terreno possono essere calcolate assumendo coefficienti dinamici unitari.

I pila	17.4	m4	inerzia pila
A pila	11.55	m2	area sez. pila
r_pila	1.23	m	raggio inerzia
H pila	5.5	m	altezza max
$\lambda$ pila	9.0	< 30	snellezza

	<u>IMPALCATO SX</u>	<u>IMPALCATO DX</u>
Standard manutentivo =	<i>Normale</i>	<i>Normale</i>

Valori adottati:

$\Phi$ elevazione =	1.00	1.00
$\Phi$ fondazioni =	1.00	1.00

### 6.3.1 CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO (Q1)

Di seguito si riportano i risultati delle reazioni vincolari per le diverse disposizioni di carico considerate e descritte precedentemente nel §6.3.

#### 6.3.1.1 DISPOSIZIONE DI CARICO 1 (Q11)

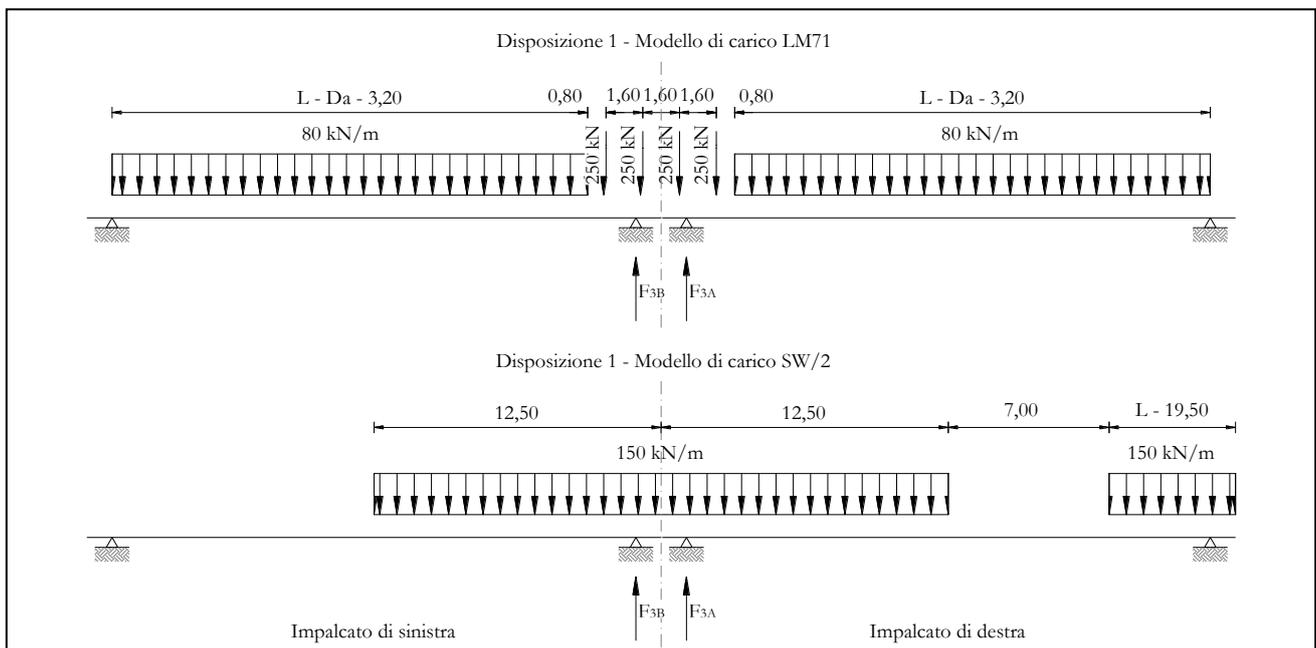


Figura 15 – Disposizione di carico 1

IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

Modello di carico LM71

F3 =	1240.77	kN	1240.77	kN
$\alpha$ =	1.1		1.1	
eccentricità =	-1.92	m	-1.92	m

Modello di carico SW/2

F3 =	1451.48	kN	1511.18	kN
$\alpha$ =	1.00		1.00	

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	37 di 149

eccentricità = 2.00 m 2.00 m

Coeff, di amplificazione dinamica

$\varphi = 1.00 1.00$

Reazioni vincolari carichi variabili verticali

F3 = 2816.33 kN 2876.03 kN

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 0  
 F2 = 0 0  
 F3 = 2816 kN 2876 kN  
 M1 = 282 kNm 402 kNm  
 M2 = 0 0  
 M3 = 0 0

### 6.3.1.2 DISPOSIZIONE DI CARICO 1 (Q12)

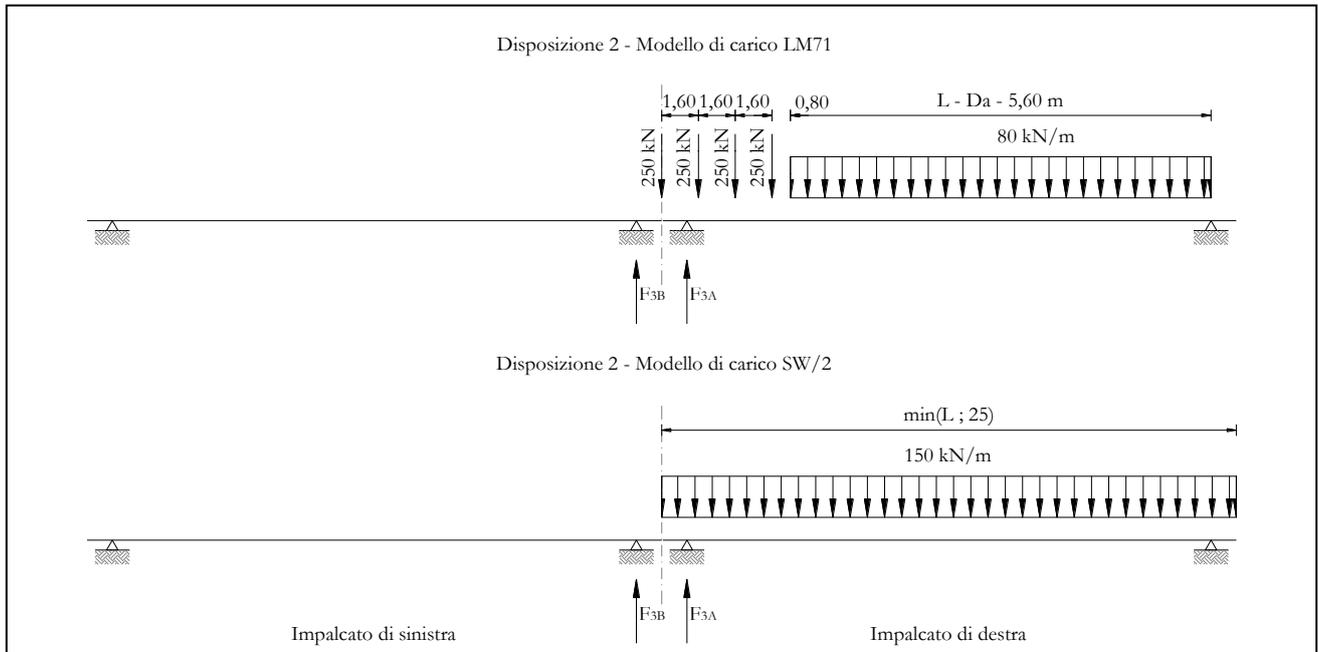


Figura 16 – Disposizione di carico 2

IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

Modello di carico LM71

F3 =	0	kN	1530.51	kN
$\alpha$ =	1.1		1.1	
eccentricità =	-1.92	m	-1.92	m

Modello di carico SW/2

F3 =	0.00	kN	1875.00	kN
$\alpha$ =	1.00		1.00	
eccentricità =	2.00	m	2.00	m

Coeff. di amplificazione dinamica

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	39 di 149

$\varphi =$  1 1

Reazioni vincolari carichi variabili verticali

F3 = 0 kN 3558.56 kN

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 0

F2 = 0 0

F3 = 0 kN 3559 kN

M1 = 0 kNm 518 kNm

M2 = 0 0

M3 = 0 0

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	40 di 149

### 6.3.1.3 DISPOSIZIONE DI CARICO 1 (Q13)

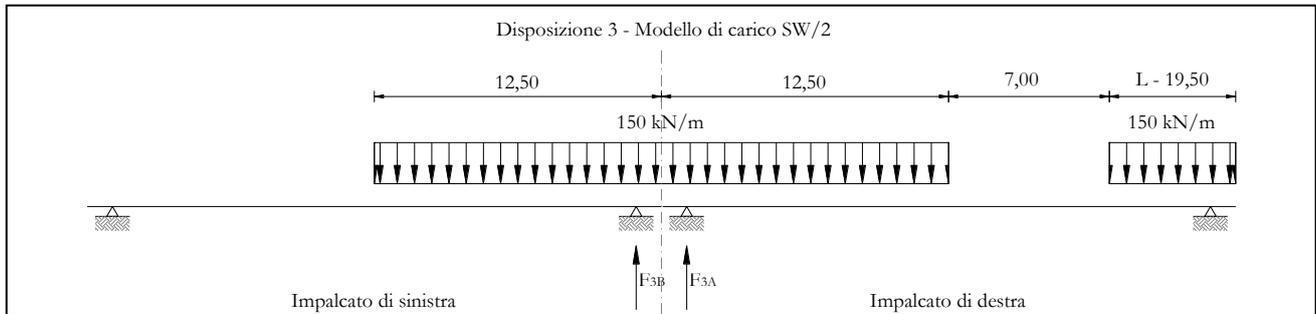


Figura 17 – Disposizione di carico 3

	IMPALCATO-SX		IMPALCATO-DX	
	Reazioni vincolari B		Reazioni vincolari A	

Modello di carico LM71

F3 =	0.00	kN	0.00	kN
$\alpha$ =	1.1		1.1	
eccentricità =	-1.92	m	-1.92	m

Modello di carico SW/2

F3 =	1451.48	kN	1511.18	kN
$\alpha$ =	1.00		1.00	
eccentricità =	2.00	m	2.00	m

Coeff. di amplificazione dinamica

$\varphi$ =	1		1	
-------------	---	--	---	--

Reazioni vincolari carichi variabili verticali

F3 =	1451.48	kN	1511.18	kN
------	---------	----	---------	----

Risultanti reazioni vincolari

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	41 di 149

F1 =	0		0	
F2 =	0		0	
F3 =	1451	kN	1511	kN
M1 =	2903	kNm	3022	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

### 6.3.1.4 DISPOSIZIONE DI CARICO 1 (Q14)

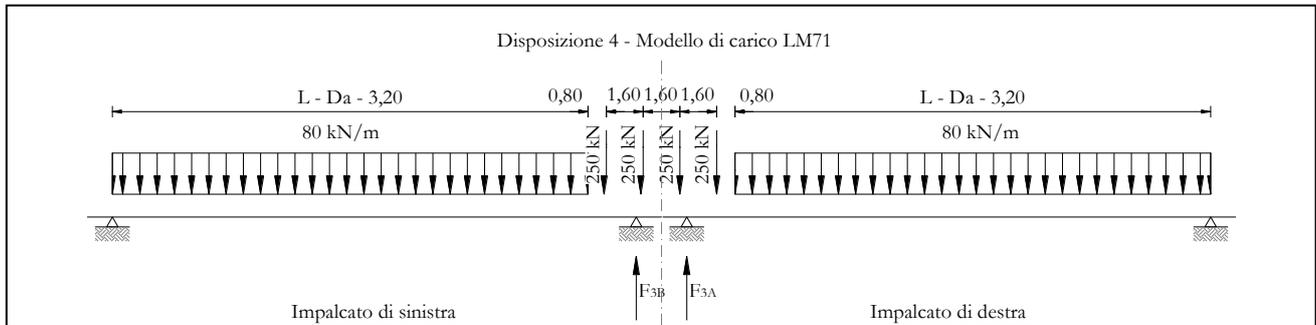


Figura 18 – Disposizione di carico 4

	IMPALCATO-SX		IMPALCATO-DX	
	Reazioni vincolari B		Reazioni vincolari A	

Modello di carico LM71

F3 =	1240.77	kN	1240.77	kN
$\alpha$ =	1.1		1.1	
eccentricità =	2.08	m	2.08	m

Modello di carico SW/2

F3 =	0.00	kN	0.00	kN
$\alpha$ =	1.00		1.00	
eccentricità =	-2.00	m	-2.00	m

Coeff. di amplificazione dinamica

$\varphi$ =	1		1	
-------------	---	--	---	--

Reazioni vincolari carichi variabili verticali

F3 =	1364.85	kN	1364.85	kN
------	---------	----	---------	----

Risultanti reazioni vincolari

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	43 di 149

F1 =	0		0	
F2 =	0		0	
F3 =	1365	kN	1365	kN
M1 =	2839	kNm	2839	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	44 di 149

### 6.3.1.5 DISPOSIZIONE DI CARICO 1 (Q15)

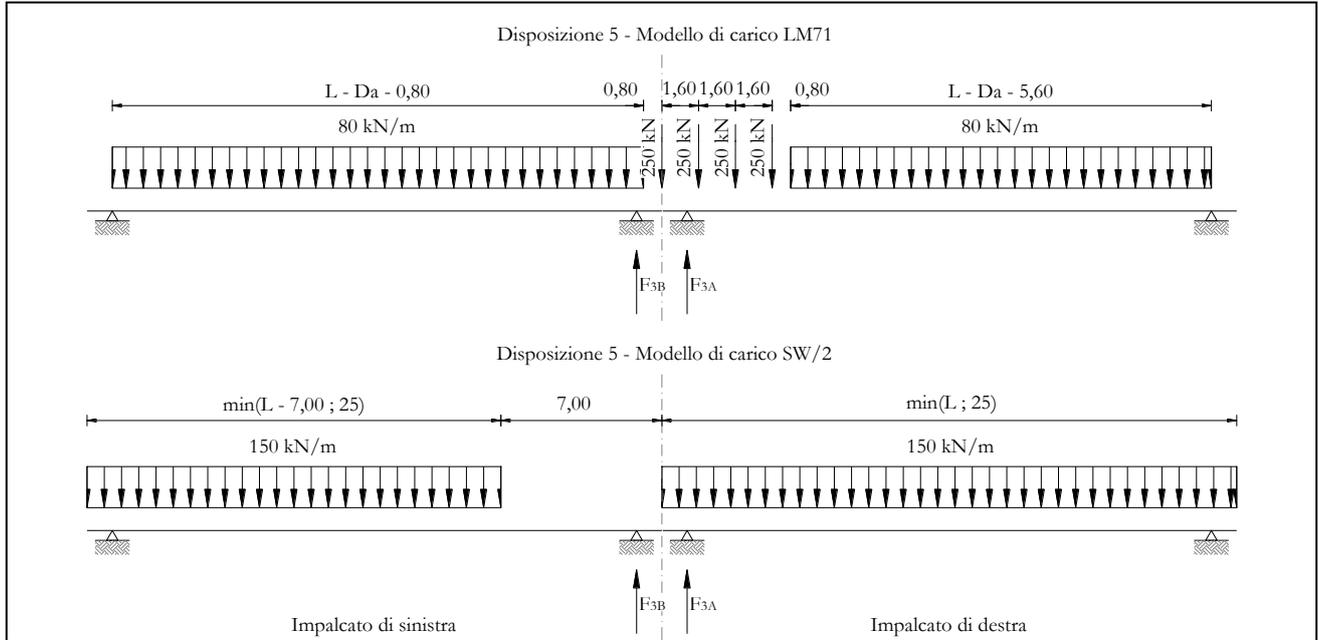


Figura 19 – Disposizione di carico 5

	IMPALCATO-SX		IMPALCATO-DX	
Reazioni vincolari B			Reazioni vincolari A	

Modello di carico LM71

F3 =	936.16	kN	1530.51	kN
$\alpha$ =	1.1		1.1	
eccentricità =	2.08	m	-1.92	m

Modello di carico SW/2

F3 =	935.53	kN	1875.00	kN
$\alpha$ =	1.00		1.00	
eccentricità =	-2.00	m	2.00	m

Coeff. di amplificazione dinamica

$\varphi$ =	1		1	
-------------	---	--	---	--

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	45 di 149

Reazioni vincolari carichi variabili verticali

F3 = 1965.31 kN 3558.56 kN

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 0  
 F2 = 0 0  
 F3 = 1965 kN 3559 kN  
 M1 = 271 kNm 518 kNm  
 M2 = 0 0  
 M3 = 0 0

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	46 di 149

### 6.3.1.6 DISPOSIZIONE DI CARICO 1 (Q16)

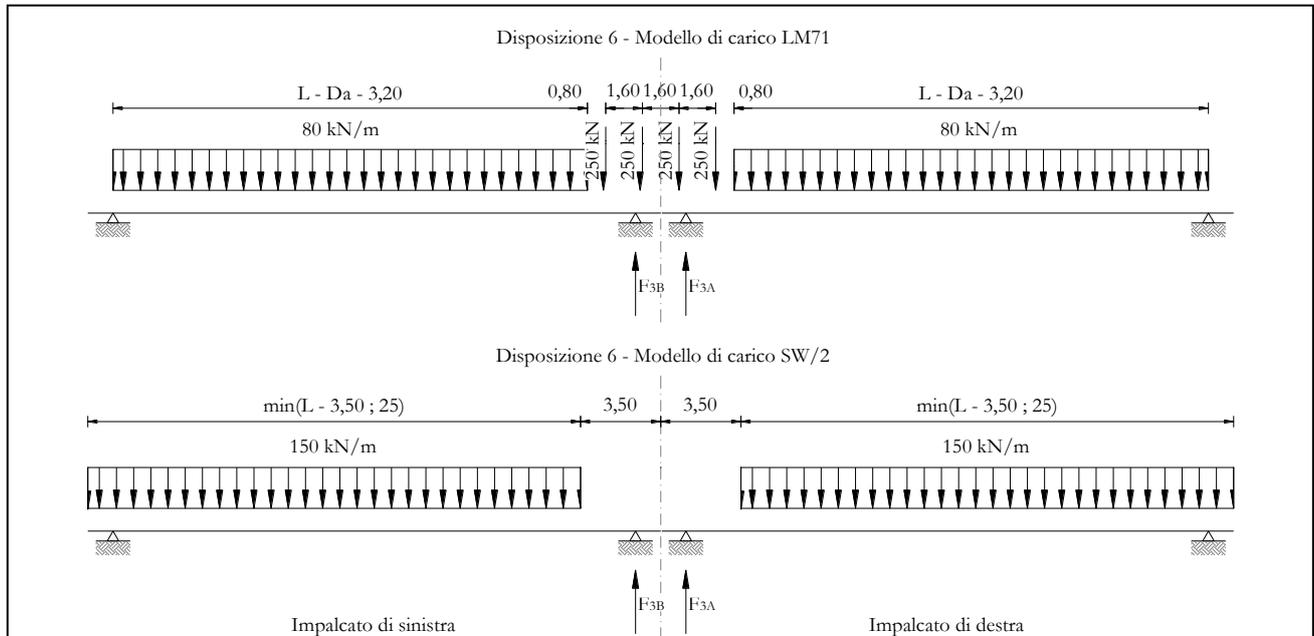


Figura 20 – Disposizione di carico 6

IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

Modello di carico LM71

F3 =	1240.77	kN	1240.77	kN
$\alpha$ =	1.1		1.1	
eccentricità =	-1.92	m	-1.92	m

Modello di carico SW/2

F3 =	1364.97	kN	1364.97	kN
$\alpha$ =	1.00		1.00	
eccentricità =	2.00	m	2.00	m

Coeff, di amplificazione dinamica

$\varphi$ =	1	1
-------------	---	---

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	47 di 149

Reazioni vincolari carichi variabili verticali

F3 = 2729.82 kN 2729.82 kN

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 0  
 F2 = 0 0  
 F3 = 2730 kN 2730 kN  
 M1 = 109 kNm 109 kNm  
 M2 = 0 0  
 M3 = 0 0

### 6.3.1.7 DISPOSIZIONE DI CARICO 1 (Q17)

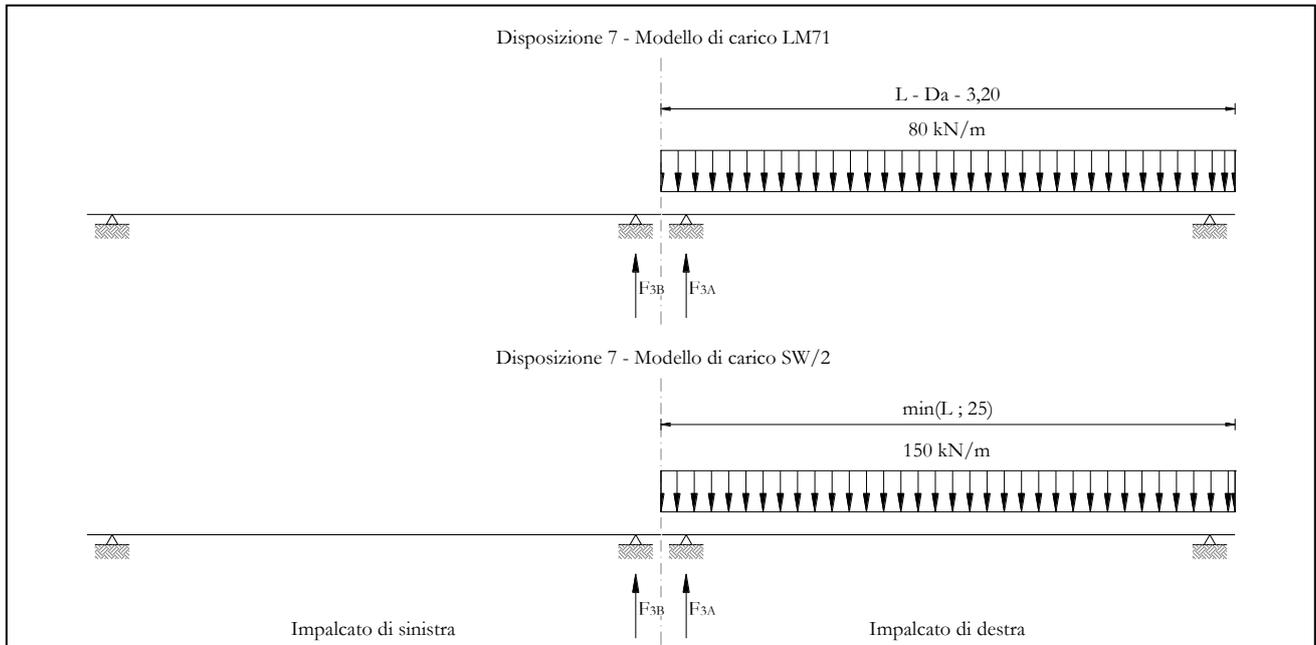


Figura 21 – Disposizione di carico 7

	IMPALCATO-SX	IMPALCATO-DX
	Reazioni vincolari B	Reazioni vincolari A

Modello di carico LM71

F3 =	0	kN	1002.12	kN
$\alpha$ =	1.1		1.1	
eccentricità =	-1.92	m	-1.92	m

Modello di carico SW/2

F3 =	0	kN	1875	kN
$\alpha$ =	1		1	
eccentricità =	2	m	2	m

Coeff. di amplificazione dinamica

$\varphi$ =	1		1	
-------------	---	--	---	--

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	49 di 149

Reazioni vincolari carichi variabili verticali

F3 = 0 kN 2977 kN

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0  
 F2 = 0  
 F3 = 0 kN 2977 kN  
 M1 = 0 kNm 1634 kNm  
 M2 = 0  
 M3 = 0

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 50 di 149

### 6.3.2 AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA (Q2)

La azioni di frenatura e avviamento sono costituite da forze uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato. I valori da considerare sono i seguenti:

- avviamento:  $Q_{la,k} = 33 \text{ kN/m} \cdot L \leq 1000 \text{ kN}$  per i modelli di carico LM71,SW/2
- frenatura:  $Q_{lb,k} = 20 \text{ kN/m} \cdot L \leq 6000 \text{ kN}$  per i modelli di carico LM71  
 $Q_{lb,k} = 35 \text{ kN/m}$  per i modelli di carico SW/2

I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di avviamento devono essere moltiplicati per  $\alpha$  e non devono essere moltiplicati per  $\Phi$ .

Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento e l'altro in fase di frenatura.

Gli effetti di interazione relativamente alle azioni di frenatura e avviamento si tengono conto applicando ai valori della risultante un coefficiente  $\alpha_h$  che tiene conto del rapporto di rigidezza tra le pile del viadotto. Per la determinazione dei coefficienti si rimanda al §6.6.2 della presente relazione.

Nei sottoparagrafi che seguono si riportano i risultati delle reazioni vincolari per le diverse disposizioni di carico considerate e descritte precedentemente nel §6.3.

### 6.3.2.1 DISPOSIZIONE DI CARICO 1 (Q21)

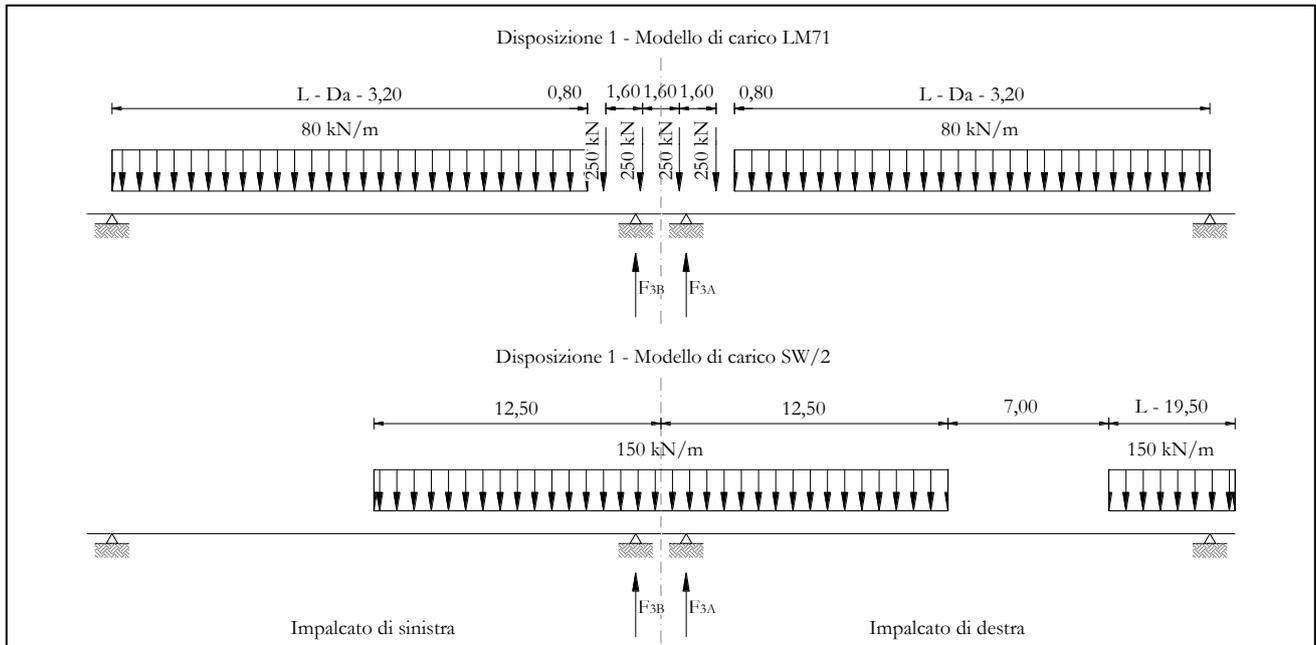


Figura 22 – Disposizione di carico 1

IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

Avviamento LM71

$f_{avv} =$	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha =$	1.1		1.1	
L caricata =	25	m	25	m
$F_{avv} (\text{max } 1000 \text{ kN}) =$	825	kN	825	kN
$F_1 =$	907.5	kN	907.5	kN

Avviamento SW/2

$f_{avv} =$	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha =$	1		1	
L caricata =	12.5	m	18	m
$F_{avv} (\text{max } 1000 \text{ kN}) =$	412.5	kN	594	kN

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	52 di 149

F1 = 412.5 kN 594 kN

Frenatura LM71

f fren = 20 kN/m 20 kN/m

$\alpha$  = 1.1 1.1

L caricata = 25 m 25 m

F fren (max 6000 kN) = 860 kN 500 kN

F1 = 946 kN 550 kN

Frenatura SW/2

f fren = 35 kN/m 35 kN/m

$\alpha$  = 1 1

L caricata = 12.5 m 18 m

F fren = 437.5 kN 630 kN

F1 = 437.5 kN 630 kN

$\alpha$ hp interazione semplificata

$\alpha$ hp frenatura per LM71 = 1.6 1.6

$\alpha$ hp frenatura per SW/2 = 1.3 1.3

$\alpha$ hp avviam, per LM71 SW/2 = 1.12 1.12

Forza totale di avviamento e frenatura

F1 = 1585 kN 1835 kN

h rispetto a intradosso imp, = 3.28 m 3.28 m

tipologia vincolo = UL F

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 kN -1835 kN

F2 = 0 0

F3 = 228 kN -264 kN

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	53 di 149

M1 = 0 0

M2 = 0 0

M3 = 0 0

### 6.3.2.2 DISPOSIZIONE DI CARICO 2 (Q22)

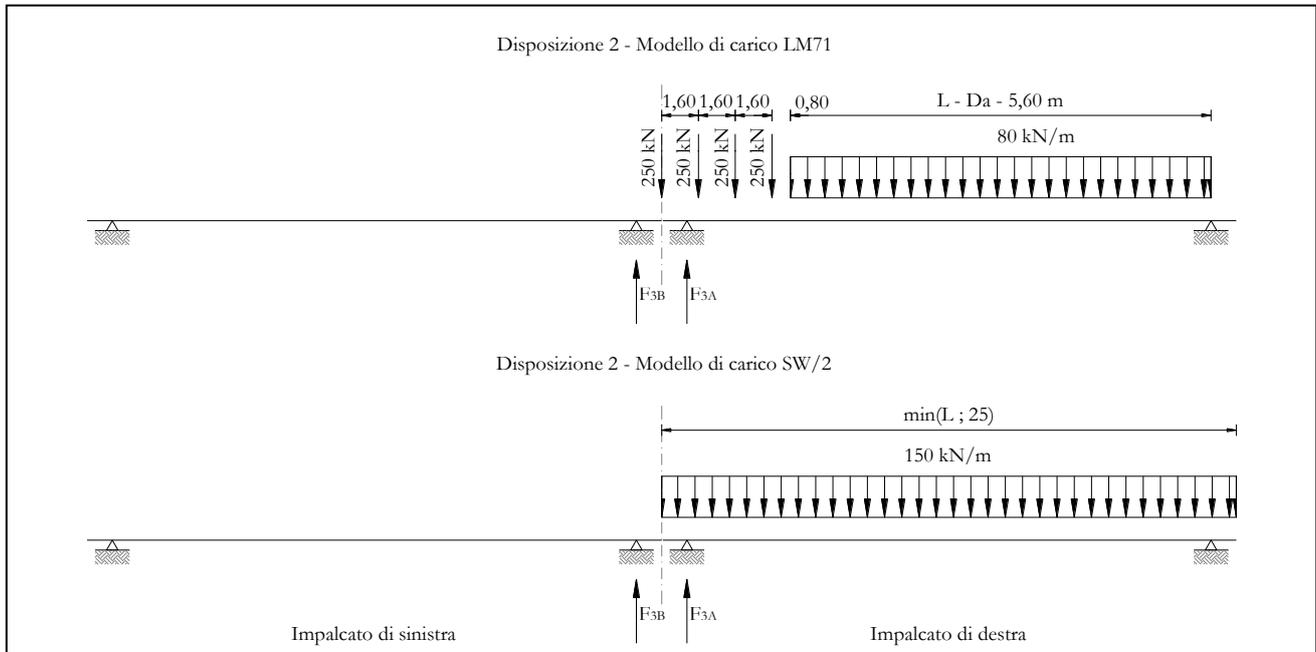


Figura 23 – Disposizione di carico 2

	IMPALCATO-SX		IMPALCATO-DX	
	Reazioni vincolari B		Reazioni vincolari A	

#### Avviamento LM71

f avv =	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha$ =	1.1		1.1	
L caricata =	0	m	25	m
F avv (max 1000 kN) =	0	kN	825	kN
F1 =	0	kN	907.5	kN

#### Avviamento SW/2

f avv =	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha$ =	1		1	
L caricata =	0	m	25	m
F avv (max 1000 kN) =	0	kN	825	kN

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	55 di 149

F1 = 0 kN 825 kN

Frenatura LM71

f fren = 20 kN/m 20 kN/m

$\alpha$  = 1.1 1.1

L caricata = 0 m 25 m

F fren (max 6000 kN) = 0 kN 500 kN

F1 = 0 kN 550 kN

Frenatura SW/2

f fren = 35 kN/m 35 kN/m

$\alpha$  = 1 1

L caricata = 0 m 25 m

F fren = 0 kN 875 kN

F1 = 0 kN 875 kN

ahp interazione semplificata

ahp frenatura per LM71 = 1.60 1.60

ahp frenatura per SW/2 = 1.30 1.30

ahp avviam, per LM71 SW/2 = 1.12 1.12

Forza totale di avviamento e frenatura

F1 = 0 kN 2154 kN

h rispetto a intradosso imp, = 3.28 m 3.28 m

tipologia vincolo = UL F

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 kN -2154 kN

F2 = 0 0

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	56 di 149

F3 =	0	kN	-310	kN
M1 =	0		0	
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	57 di 149

### 6.3.2.3 DISPOSIZIONE DI CARICO 3 (Q23)

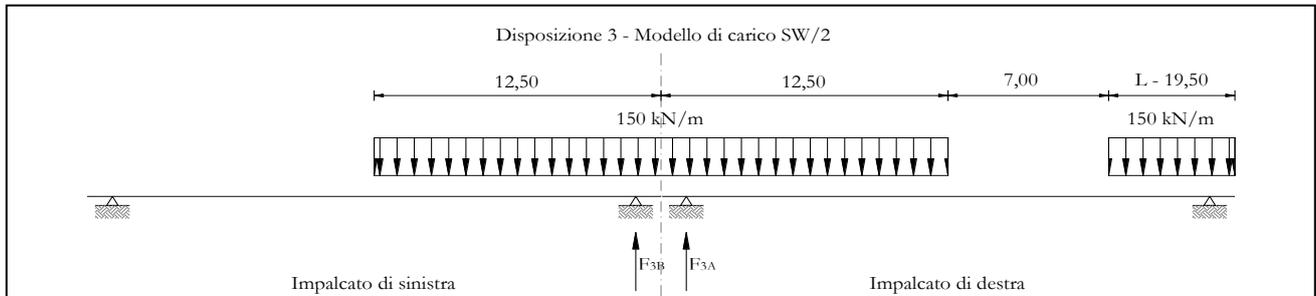


Figura 24 – Disposizione di carico 3

	IMPALCATO-SX		IMPALCATO-DX	
	Reazioni vincolari B		Reazioni vincolari A	

Avviamento LM71

$f_{avv} =$	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha =$	1.1		1.1	
L caricata =	0	m	0	m
F avv (max 1000 kN) =	0	kN	0	kN
F1 =	0	kN	0	kN

Avviamento SW/2

$f_{avv} =$	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha =$	1		1	
L caricata =	12.5	m	18	m
F avv (max 1000 kN) =	412.5	kN	594	kN
F1 =	412.5	kN	594	kN

Frenatura LM71

$f_{fren} =$	20	kN/m	20	kN/m
$\alpha =$	1.1		1.1	
L caricata =	0	m	0	m

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	58 di 149

F fren (max 6000 kN) = 0 kN 0 kN

F1 = 0 kN 0 kN

Frenatura SW/2

f fren = 35 kN/m 35 kN/m

$\alpha$  = 1 1

L caricata = 12.5 m 18 m

F fren = 437.5 kN 630 kN

F1 = 437.5 kN 630 kN

$\alpha$ hp interazione semplificata

$\alpha$ hp frenatura per LM71 = 1.6 1.6

$\alpha$ hp frenatura per SW/2 = 1.3 1.3

$\alpha$ hp avviam, per LM71 SW/2 = 1.12 1.12

Forza totale di avviamento e frenatura

F1 = 569 kN 819 kN

h rispetto a intradosso imp, = 3.28 m 3.28 m

tipologia vincolo = UL F

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 kN -819 kN

F2 = 0 0

F3 = 82 kN -118 kN

M1 = 0 0

M2 = 0 0

M3 = 0 0

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	59 di 149

### 6.3.2.4 DISPOSIZIONE DI CARICO 4 (Q24)

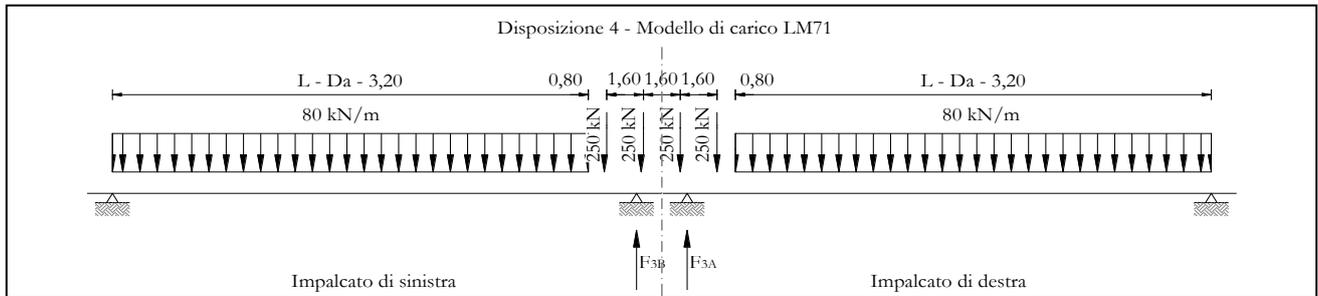


Figura 25 – Disposizione di carico 4

	IMPALCATO-SX		IMPALCATO-DX	
	Reazioni vincolari B		Reazioni vincolari A	

Avviamento LM71

f avv =	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha$ =	1.1		1.1	
L caricata =	25	m	25	m
F avv (max 1000 kN) =	825	kN	825	kN
F1 =	907.5	kN	907.5	kN

Avviamento SW/2

f avv =	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha$ =	1		1	
L caricata =	0	m	0	m
F avv (max 1000 kN) =	0	kN	0	kN
F1 =	0	kN	0	kN

Frenatura LM71

f fren =	20	kN/m	20	kN/m
$\alpha$ =	1.1		1.1	
L caricata =	25	m	25	m

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	60 di 149

F fren (max 6000 kN) = 500 kN 500 kN

F1 = 550 kN 550 kN

Frenatura SW/2

f fren = 35 kN/m 35 kN/m

$\alpha$  = 1 1

L caricata = 0 m 0 m

F fren = 0 kN 0 kN

F1 = 0 kN 0 kN

ahp interazione semplificata

ahp frenatura per LM71 = 1.6 1.6

ahp frenatura per SW/2 = 1.3 1.3

ahp avviam, per LM71 SW/2 = 1.12 1.12

Forza totale di avviamento e frenatura

F1 = 1016 kN 1016 kN

h rispetto a intradosso imp, = 3.28 m 3.28 m

tipologia vincolo = UL F

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 kN -1016 kN

F2 = 0 0

F3 = 146 kN -146 kN

M1 = 0 0

M2 = 0 0

M3 = 0 0

### 6.3.2.5 DISPOSIZIONE DI CARICO 5 (Q25)

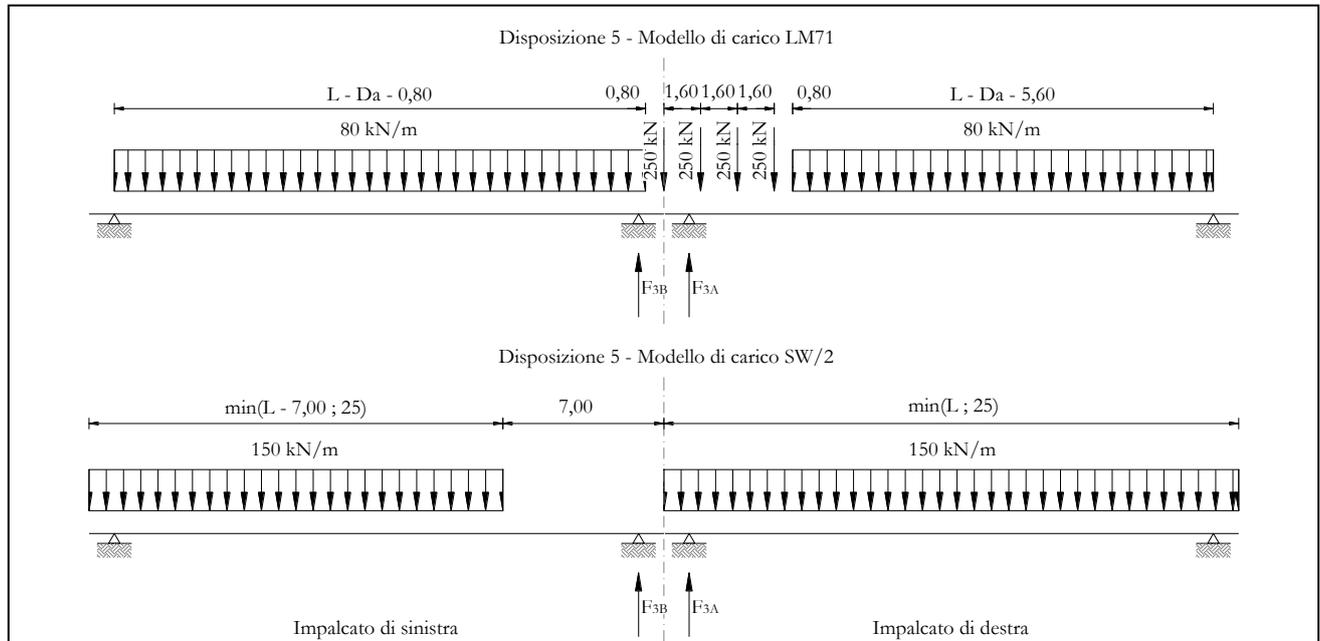


Figura 26 – Disposizione di carico 5

IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

Avviamento LM71

f avv =	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha$ =	1.1		1.1	
L caricata =	25	m	25	m
F avv (max 1000 kN) =	825	kN	825	kN
F1 =	907.5	kN	907.5	kN

Avviamento SW/2

f avv =	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha$ =	1		1	
L caricata =	18	m	25	m
F avv (max 1000 kN) =	594	kN	825	kN

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	62 di 149

F1 = 594 kN 825 kN

Frenatura LM71

f fren = 20 kN/m 20 kN/m

$\alpha$  = 1.1 1.1

L caricata = 25 m 25 m

F fren (max 6000 kN) = 500 kN 500 kN

F1 = 550 kN 550 kN

Frenatura SW/2

f fren = 35 kN/m 35 kN/m

$\alpha$  = 1 1

L caricata = 18 m 25 m

F fren = 630 kN 875 kN

F1 = 630 kN 875 kN

$\alpha$ hp interazione semplificata

$\alpha$ hp frenatura per LM71 = 1.6 1.6

$\alpha$ hp frenatura per SW/2 = 1.3 1.3

$\alpha$ hp avviam, per LM71 SW/2 = 1.12 1.12

Forza totale di avviamento e frenatura

F1 = 1835 kN 2154 kN

h rispetto a intradosso imp, = 3.28 m 3.28 m

tipologia vincolo = UL F

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 kN -2154 kN

F2 = 0 0

F3 = 264 kN -310 kN

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	63 di 149

M1 =	0	0
M2 =	0	0
M3 =	0	0

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	64 di 149

### 6.3.2.6 DISPOSIZIONE DI CARICO 6 (Q26)

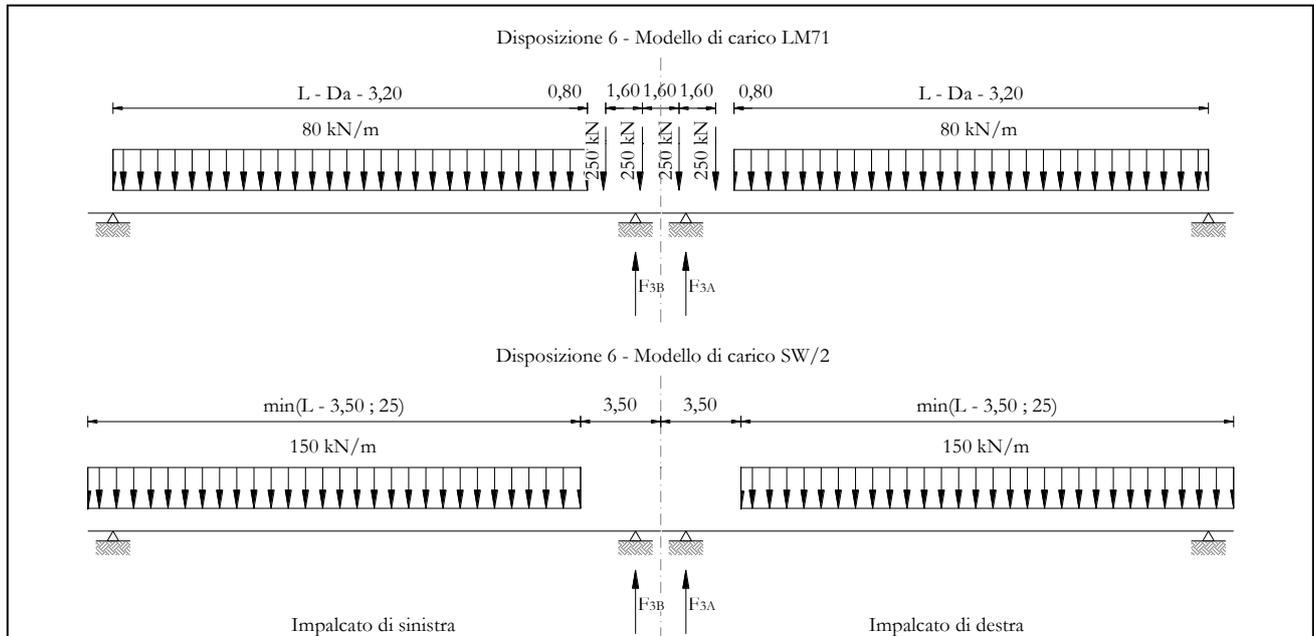


Figura 27 – Disposizione di carico 6

	IMPALCATO-SX		IMPALCATO-DX	
	Reazioni vincolari B		Reazioni vincolari A	

Avviamento LM71

f avv =	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha$ =	1.1		1.1	
L caricata =	25	m	25	m
F avv (max 1000 kN) =	825	kN	825	kN
F1 =	907.5	kN	907.5	kN

Avviamento SW/2

f avv =	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha$ =	1		1	
L caricata =	21.5	m	21.5	m
F avv (max 1000 kN) =	709.5	kN	709.5	kN

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	65 di 149

F1 = 709.5 kN 709.5 kN

Frenatura LM71

f fren = 20 kN/m 20 kN/m

$\alpha$  = 1.1 1.1

L caricata = 25 m 25 m

F fren (max 6000 kN) = 500 kN 500 kN

F1 = 550 kN 550 kN

Frenatura SW/2

f fren = 35 kN/m 35 kN/m

$\alpha$  = 1 1

L caricata = 21.5 m 21.5 m

F fren = 752.5 kN 752.5 kN

F1 = 752.5 kN 752.5 kN

$\alpha$ hp interazione semplificata

$\alpha$ hp frenatura per LM71 = 1.6 1.6

$\alpha$ hp frenatura per SW/2 = 1.3 1.3

$\alpha$ hp avviam, per LM71 SW/2 = 1.12 1.12

Forza totale di avviamento e frenatura

F1 = 1995 kN 1995 kN

h rispetto a intradosso imp, = 3.28 m 3.28 m

tipologia vincolo = UL F

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 kN -1995 kN

F2 = 0 0

F3 = 287 kN -287 kN

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE  
PROGETTO ESECUTIVO**

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	66 di 149

M1 =	0	0
M2 =	0	0
M3 =	0	0

6.3.2.7 DISPOSIZIONE DI CARICO 7 (Q27)

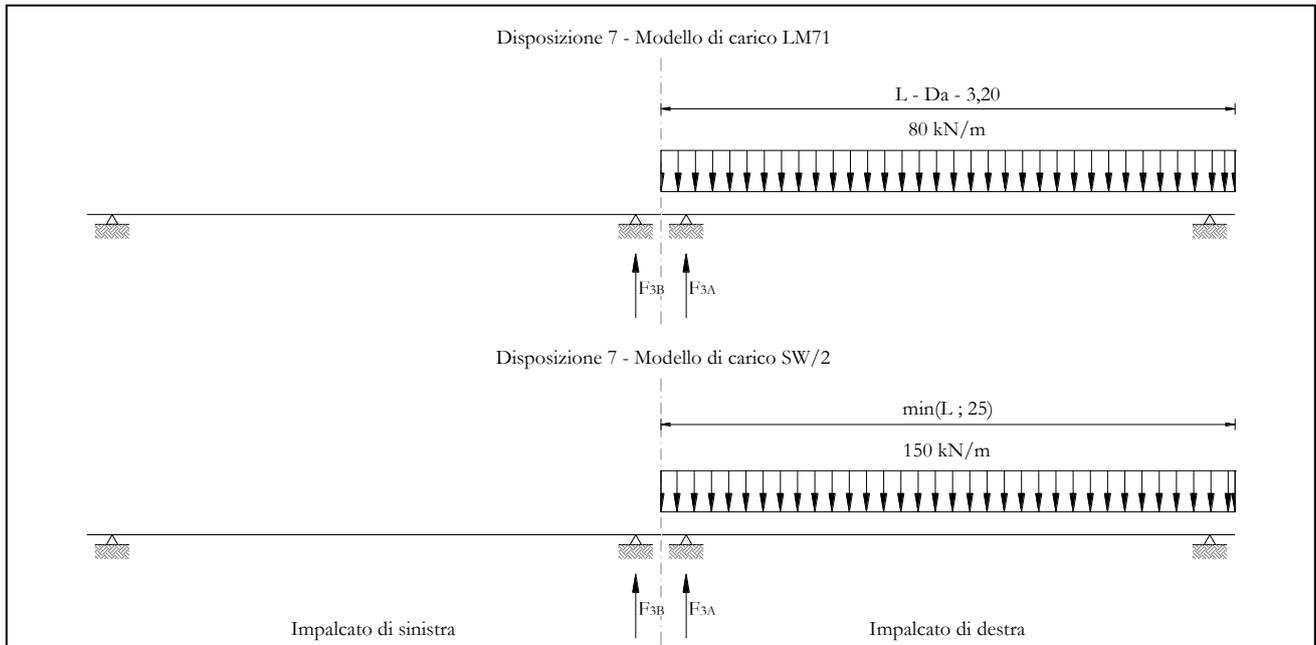


Figura 28 – Disposizione di carico 7

IMPALCATO-SX	IMPALCATO-DX
Reazioni vincolari B	Reazioni vincolari A

Avviamento LM71

f avv =	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha$ =	1.1		1.1	
L caricata =	0	m	25	m
F avv (max 1000 kN) =	0	kN	825	kN
F1 =	0	kN	907.5	kN

Avviamento SW/2

f avv =	33	kN/m	33	kN/m
$\alpha$ =	1		1	
L caricata =	0	m	25	m
F avv (max 1000 kN) =	0	kN	825	kN

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	68 di 149

F1 = 0 kN 825 kN

Frenatura LM71

f fren = 20 kN/m 20 kN/m

$\alpha$  = 1.1 1.1

L caricata = 0 m 25 m

F fren (max 6000 kN) = 0 kN 500 kN

F1 = 0 kN 550 kN

Frenatura SW/2

f fren = 35 kN/m 35 kN/m

$\alpha$  = 1 1

L caricata = 0 m 25 m

F fren = 0 kN 875 kN

F1 = 0 kN 875 kN

$\alpha$ hp interazione semplificata

$\alpha$ hp frenatura per LM71 = 1.6 1.6

$\alpha$ hp frenatura per SW/2 = 1.3 1.3

$\alpha$ hp avviam, per LM71 SW/2 = 1.12 1.12

Forza totale di avviamento e frenatura

F1 = 0 kN 2154 kN

h rispetto a intradosso imp, = 3.28 m 3.28 m

tipologia vincolo = UL F

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 kN -2154 kN

F2 = 0 0

F3 = 0 kN -310 kN

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	69 di 149

M1 = 0 0

M2 = 0 0

M3 = 0 0

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 70 di 149

### 6.3.3 FORZA CENTRIFUGA (Q3)

L'azione centrifuga è schematizzata come una forza agente in direzione orizzontale perpendicolarmente al binario e verso l'esterno della curva, applicata ad 1,80 m al di sopra del p.f.. Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = V^2 \cdot f \cdot (\alpha \cdot Q_{vk}) / (127 \cdot R)$$

dove

- V      velocità di progetto espressa in km/h
- Q<sub>vk</sub>    valore caratteristico dei carichi verticali
- R      raggio di curvatura in m
- f      fattore di riduzione (rif, §1.4.3.1 [3])

Per il modello di carico LM71 e per velocità di progetto superiori a 120 km/h, si considerano i seguenti 2 casi:

- a) modello di carico LM71 e forza centrifuga per V = 120 km/h e f = 1;
- b) modello di carico LM71 e forza centrifuga calcolata per la massima velocità di progetto.

Per i modelli di carico SW si assume una velocità massima di 100 km/h,

La forza centrifuga non deve essere incrementata dei coefficienti dinamici.

Nei sottoparagrafi che seguono si riportano i risultati delle reazioni vincolari per le diverse disposizioni di carico considerate e descritte precedentemente nel §6.3.

### 6.3.3.1 DISPOSIZIONE DI CARICO 1 (Q31)

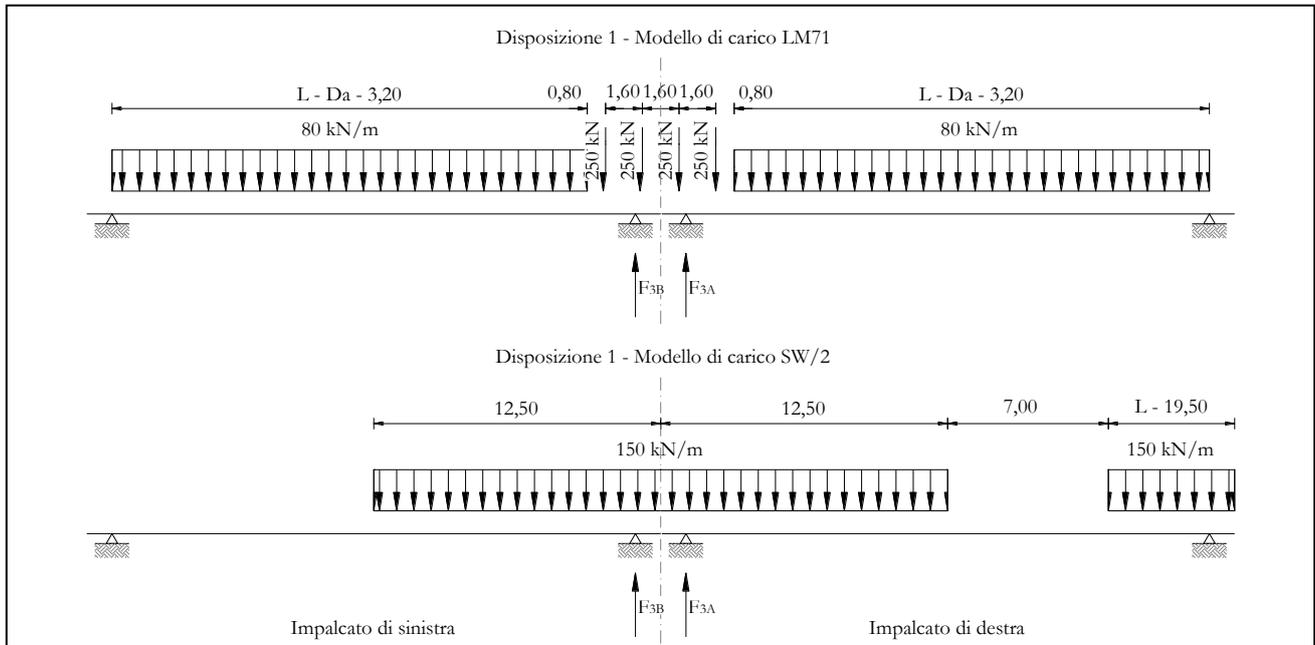


Figura 29 – Disposizione di carico 1

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Centrifuga LM71

$v = v_{max}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità massima =	200	km/h	200	km/h
$L_f =$	25	m	25	m
$f =$	0.69		0.69	
$Q_v =$	1241	kN	1241	kN
$Q_h =$	208	kN	208	kN

$v = 120 \text{ km/h}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità (120 km/h) =	120	km/h	120	km/h
$f(1) =$	1		1	
$Q_v =$	1364.85	kN	1364.85	kN

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	72 di 149

Qh = 119 kN 119 kN

Qh,max = 208 kN 208 kN

Centrifuga SW/2

v max = 100 km/h

Raggio minimo = 1300 m 1300 m

Velocità (100 km/h) = 100 km/h 100 km/h

f (1) = 1 1

Qv = 1451 kN 1511 kN

Qh,max = 88 kN 92 kN

Forza centrifuga sull appoggio

F2 = 296 kN 300 kN

h rispetto a intradosso imp, = 5.08 m 5.08 m

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 0

F2 = -296 kN -300 kN

F3 = 0 0

M1 = 1504 kNm 1522 kNm

M2 = 0 0

M3 = 0 0

### 6.3.3.2 DISPOSIZIONE DI CARICO 2 (Q32)

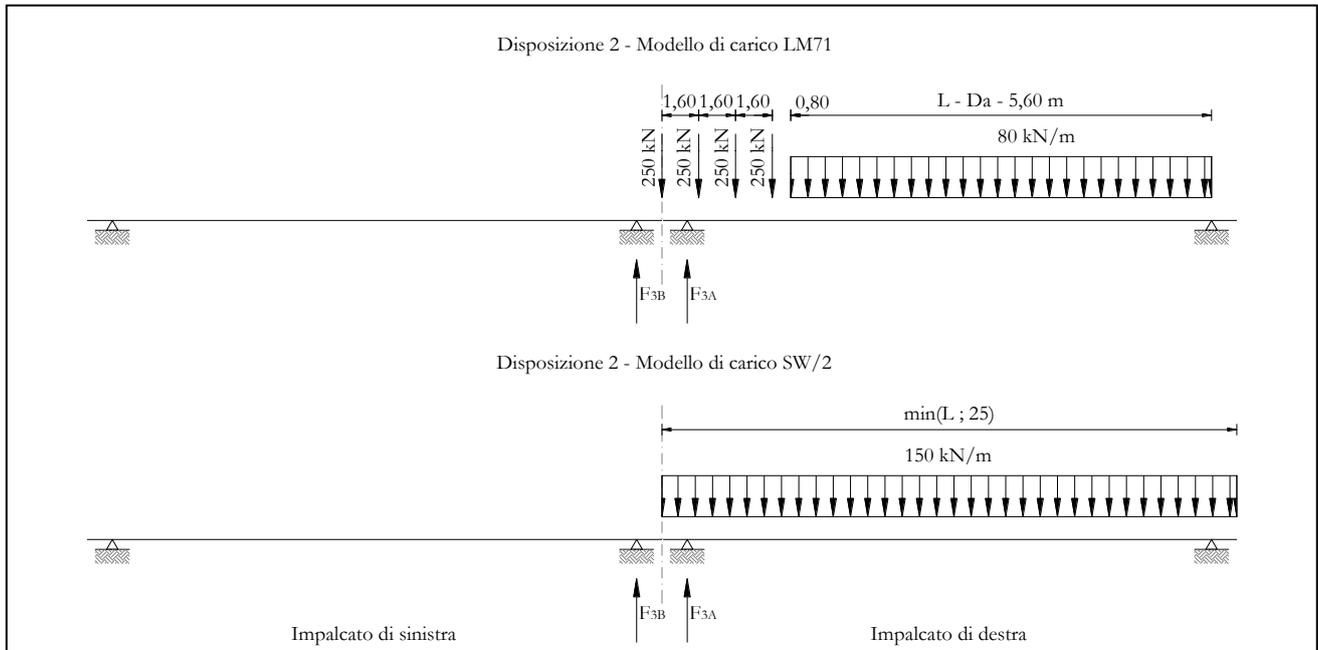


Figura 30 – Disposizione di carico 2

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Centrifuga LM71

$v = v_{max}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità massima =	200	km/h	200	km/h
$L_f =$	25	m	25	m
$f =$	0.69		0.69	
$Q_v =$	0	kN	1531	kN
$Q_h =$	0	kN	257	kN

$v = 120 \text{ km/h}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità (120 km/h) =	120	km/h	120	km/h
$f(1) =$	1		1	
$Q_v =$	0	kN	1683.56	kN

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	74 di 149

Qh = 0 kN 146.84 kN

Qh,max = 0 kN 257 kN

Centrifuga SW/2

v max = 100 km/h

Raggio minimo = 1300 m 1300 m

Velocità (100 km/h) = 100 km/h 100 km/h

f = 1 1

Qv = 0 kN 1875 kN

Qh,max = 0 kN 114 kN

Forza centrifuga sull appoggio

F2 = 0 kN 370 kN

h rispetto a intradosso imp, = 5.08 m 5.08 m

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 0

F2 = 0 kN -370 kN

F3 = 0 0

M1 = 0 kNm 1881 kNm

M2 = 0 0

M3 = 0 0

### 6.3.3.3 DISPOSIZIONE DI CARICO 3 (Q33)

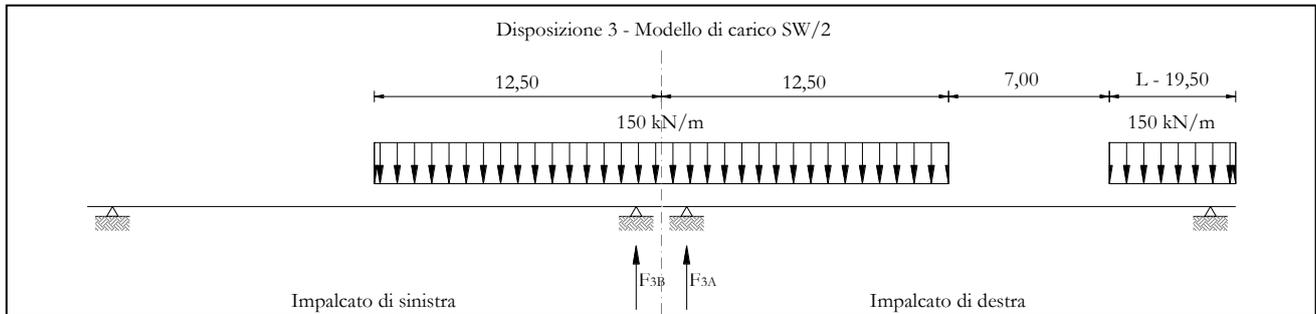


Figura 31 – Disposizione di carico 3

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Centrifuga LM71

$v = v_{max}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità massima =	200	km/h	200	km/h
$L_f =$	25	m	25	m
$f =$	0.69		0.69	
$Q_v =$	0	kN	0	kN
$Q_h =$	0	kN	0	kN

$v = 120 \text{ km/h}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità (120 km/h) =	120	km/h	120	km/h
$f(1) =$	1		1	
$Q_v =$	0	kN	0	kN
$Q_h =$	0	kN	0	kN
$Q_{h,max} =$	0	kN	0	kN

#### Centrifuga SW/2

$v_{max} = 100 \text{ km/h}$

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	76 di 149

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità (100 km/h) =	100	km/h	100	km/h
f =	1		1	
Qv =	1451.48	kN	1511.18	kN
Qh,max =	87.92	kN	91.53	kN

Forza centrifuga sull'appoggio

F2 =	88	kN	92	kN
h rispetto a intradosso imp, =	5.08	m	5.08	m

Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0		0	
F2 =	-88	kN	-92	kN
F3 =	0		0	
M1 =	447	kNm	465	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

### 6.3.3.4 DISPOSIZIONE DI CARICO 4 (Q34)

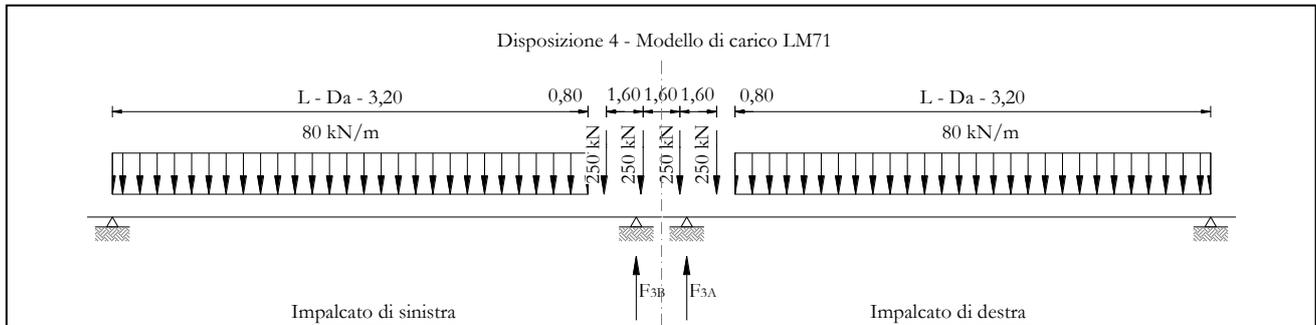


Figura 32 – Disposizione di carico 4

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Centrifuga LM71

$v = v_{max}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità massima =	200	km/h	200	km/h
$L_f =$	25	m	25	m
$f =$	0.69		0.69	
$Q_v =$	1240.77	kN	1240.77	kN
$Q_h =$	208.15	kN	208.15	kN

$v = 120 \text{ km/h}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità (120 km/h) =	120	km/h	120	km/h
$f(1) =$	1		1	
$Q_v =$	1365	kN	1365	kN
$Q_h =$	119	kN	119	kN
$Q_{h,max} =$	208	kN	208	kN

#### Centrifuga SW/2

$v_{max} = 100 \text{ km/h}$

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	78 di 149

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità (100 km/h) =	100	km/h	100	km/h
f =	1		1	
Qv =	0	kN	0	kN
Qh,max =	0	kN	0	kN

Forza centrifuga sull'appoggio

F2 =	208	kN	208	kN
h rispetto a intradosso imp, =	5.08	m	5.08	m

Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0		0	
F2 =	-208	kN	-208	kN
F3 =	0		0	
M1 =	1057	kNm	1057	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

### 6.3.3.5 DISPOSIZIONE DI CARICO 5 (Q35)

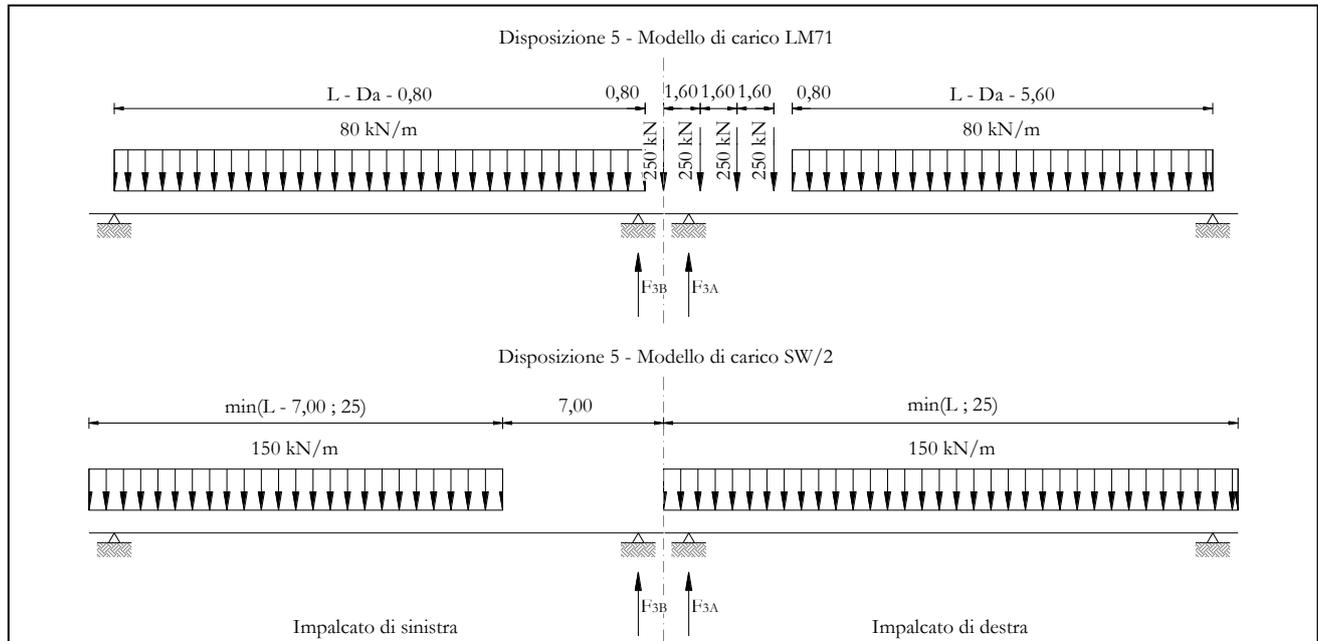


Figura 33 – Disposizione di carico 5

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Centrifuga LM71

$v = v_{max}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità massima =	200	km/h	200	km/h
$L_f =$	25	m	25	m
$f =$	0.69		0.69	
$Q_v =$	936.16	kN	1531	kN
$Q_h =$	157	kN	257	kN

$v = 120 \text{ km/h}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità (120 km/h) =	120	km/h	120	km/h
$f(1) =$	1		1	
$Q_v =$	1029.78	kN	1684	kN

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	80 di 149

Qh = 90 kN 147 kN

Qh,max = 157 kN 257 kN

Centrifuga SW/2

v max = 100 km/h

Raggio minimo = 1300 m 1300 m

Velocità (100 km/h) = 100 km/h 100 km/h

f = 1 1

Qv = 935.53 kN 1875 kN

Qh,max = 57 kN 114 kN

Forza centrifuga sull appoggio

F2 = 214 kN 370 kN

h rispetto a intradosso imp, = 5.08 m 5.08 m

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 0

F2 = -214 kN -370 kN

F3 = 0 0

M1 = 1086 kNm 1881 kNm

M2 = 0 0

M3 = 0 0

### 6.3.3.6 DISPOSIZIONE DI CARICO 6 (Q36)

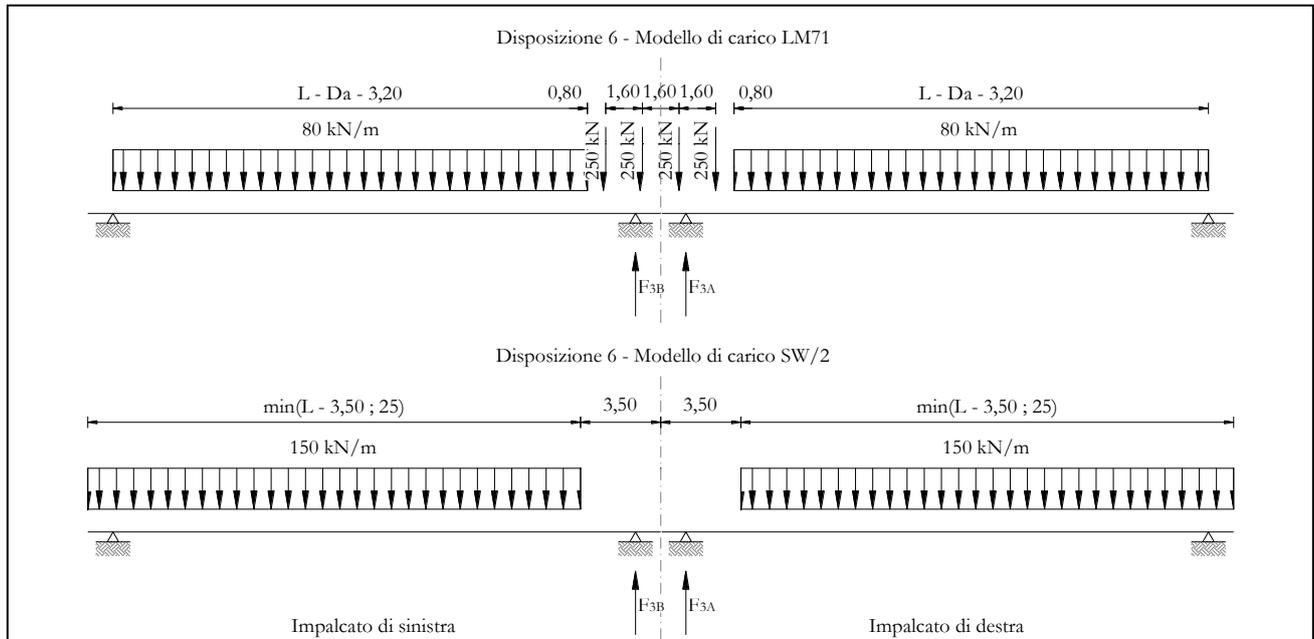


Figura 34 – Disposizione di carico 6

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Centrifuga LM71

$v = v_{max}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità massima =	200	km/h	200	km/h
$L_f =$	25	m	25	m
$f =$	0.69		0.69	
$Q_v =$	1240.77	kN	1240.77	kN
$Q_h =$	208	kN	208	kN

$v = 120 \text{ km/h}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità (120 km/h) =	120	km/h	120	km/h
$f(1) =$	1		1	
$Q_v =$	1364.85	kN	1365	kN

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	82 di 149

Qh = 119 kN 119 kN

Qh,max = 208 kN 208 kN

Centrifuga SW/2

v max = 100 km/h

Raggio minimo = 1300 m 1300 m

Velocità (100 km/h) = 100 km/h 100 km/h

f = 1 1

Qv = 1364.97 kN 1364.97 kN

Qh,max = 83 kN 83 kN

Forza centrifuga sull appoggio

F2 = 291 kN 291 kN

h rispetto a intradosso imp, = 5.08 m 5.08 m

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 0

F2 = -291 kN -291 kN

F3 = 0 0

M1 = 1477 kNm 1477 kNm

M2 = 0 0

M3 = 0 0

### 6.3.3.7 DISPOSIZIONE DI CARICO 7 (Q37)

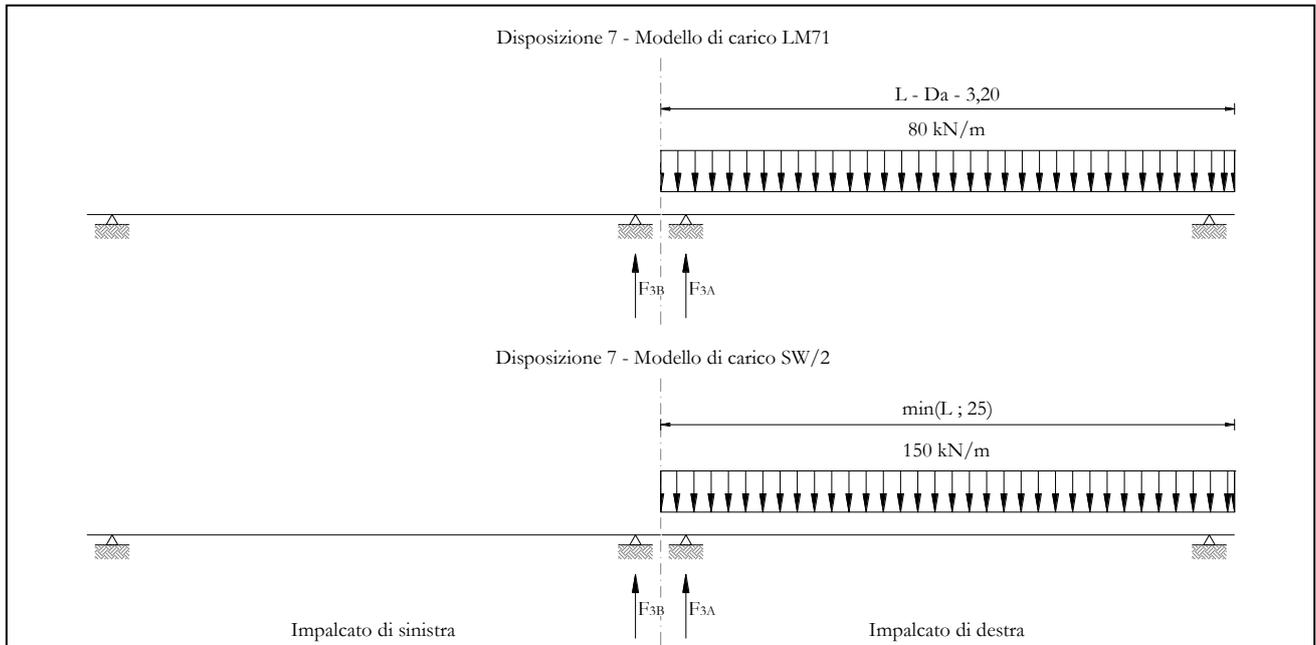


Figura 35 – Disposizione di carico 7

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Centrifuga LM71

$v = v_{max}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità massima =	200	km/h	200	km/h
Lf =	25	m	25	m
f =	0.69		0.69	
Qv =	0	kN	1002.12	kN
Qh =	0	kN	168	kN

$v = 120 \text{ km/h}$

Raggio minimo =	1300	m	1300	m
Velocità (120 km/h) =	120	km/h	120	km/h
f (1) =	1		1	
Qv =	0	kN	1102.33	kN

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	84 di 149

Qh = 0 kN 96 kN

Qh,max = 0 kN 168 kN

Centrifuga SW/2

v max = 100 km/h

Raggio minimo = 1300 m 1300 m

Velocità (100 km/h) = 100 km/h 100 km/h

f = 1 1

Qv = 0 kN 1875 kN

Qh,max = 0 kN 114 kN

Forza centrifuga sull appoggio

F2 = 0 kN 282 kN

h rispetto a intradosso imp, = 5.08 m 5.08 m

Risultanti reazioni vincolari

F1 = 0 0

F2 = 0 kN -282 kN

F3 = 0 0

M1 = 0 kNm 1431 kNm

M2 = 0 0

M3 = 0 0

### 6.3.4 SERPEGGIO (Q4)

La forza laterale indotta dal serpeggio si schematizza come una forza concentrata agente orizzontalmente perpendicolarmente all'asse del binario.

Il valore caratteristico di tale forza è assunto pari a 100 kN, Tale valore deve essere moltiplicato per  $\alpha$  ma non per il coefficiente di amplificazione dinamica.

Nei sottoparagrafi che seguono si riportano i risultati delle reazioni vincolari per le diverse disposizioni di carico considerate e descritte precedentemente nel §6.3.

#### 6.3.4.1 DISPOSIZIONE DI CARICO 1 (Q41)

##### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

##### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

##### Serpeggio LM71

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha$ =	1,10		1,10	

##### Serpeggio SW/2

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha$ =	1,00		1,00	

##### Forza totale serpeggio

F2 =	210,00	kN	210,00	kN
h rispetto a intradosso imp, =	3,28	m	3,28	m

##### Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0		0	
F2 =	-105	kN	-105	kN
F3 =	0		0	
M1 =	344	kNm	344	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

### 6.3.4.2 DISPOSIZIONE DI CARICO 2 (Q42)

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Serpeggio LM71

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha =$	1,10		1,10	

#### Serpeggio SW/2

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha =$	1,00		1,00	

#### Forza totale serpeggio

F2 =	210,00	kN	210,00	kN
h rispetto a intradosso imp, =	3,28	m	3,28	m

#### Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0		0	
F2 =	0	kN	-210	kN
F3 =	0		0	
M1 =	0	kNm	689	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	87 di 149

### 6.3.4.3 DISPOSIZIONE DI CARICO 3 (Q43)

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Serpeggio LM71

Forza serpeggio =	0,00	kN	0,00	kN
$\alpha$ =	1,10		1,10	

#### Serpeggio SW/2

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha$ =	1,00		1,00	

#### Forza totale serpeggio

F2 =	100,00	kN	100,00	kN
h rispetto a intradosso imp, =	3,28	m	3,28	m

#### Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0		0	
F2 =	-50	kN	-50	kN
F3 =	0		0	
M1 =	164	kNm	164	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	88 di 149

#### 6.3.4.4 DISPOSIZIONE DI CARICO 4 (Q44)

##### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

##### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

##### Serpeggio LM71

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha =$	1,10		1,10	

##### Serpeggio SW/2

Forza serpeggio =	0,00	kN	0,00	kN
$\alpha =$	1,00		1,00	

##### Forza totale serpeggio

F2 =	110,00	kN	110,00	kN
h rispetto a intradosso imp, =	3,28	m	3,28	m

##### Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0		0	
F2 =	-55	kN	-55	kN
F3 =	0		0	
M1 =	180	kNm	180	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

### 6.3.4.5 DISPOSIZIONE DI CARICO 5 (Q45)

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Serpeggio LM71

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha =$	1,10		1,10	

#### Serpeggio SW/2

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha =$	1,00		1,00	

#### Forza totale serpeggio

F2 =	210,00	kN	210,00	kN
h rispetto a intradosso imp, =	3,28	m	3,28	m

#### Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0		0	
F2 =	-105	kN	-105	kN
F3 =	0		0	
M1 =	344	kNm	344	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

### 6.3.4.6 DISPOSIZIONE DI CARICO 6 (Q46)

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Serpeggio LM71

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha =$	1,10		1,10	

#### Serpeggio SW/2

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha =$	1,00		1,00	

#### Forza totale serpeggio

F2 =	210,00	kN	210,00	kN
h rispetto a intradosso imp, =	3,28	m	3,28	m

#### Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0		0	
F2 =	-105	kN	-105	kN
F3 =	0		0	
M1 =	344	kNm	344	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	91 di 149

### 6.3.4.7 DISPOSIZIONE DI CARICO 7 (Q47)

#### IMPALCATO-SX

Reazioni vincolari B

#### IMPALCATO-DX

Reazioni vincolari A

#### Serpeggio LM71

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha =$	1,10		1,10	

#### Serpeggio SW/2

Forza serpeggio =	100,00	kN	100,00	kN
$\alpha =$	1,00		1,00	

#### Forza totale serpeggio

F2 =	210,00	kN	210,00	kN
h rispetto a intradosso imp, =	3,28	m	3,28	m

#### Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0		0	
F2 =	0	kN	-210	kN
F3 =	0		0	
M1 =	0	kNm	689	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

## 6.4 CARICHI VARIABILI (Q5)

### 6.4.1 AZIONI DEL VENTO (Q51)

L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente costituita da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici.

La pressione del vento è data dalla seguente espressione:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

- dove
- $q_b$       pressione cinetica di riferimento
  - $C_e$       coefficiente di esposizione
  - $C_p$       coefficiente di forma
  - $C_d$       coefficiente dinamico, posto generalmente pari a 1

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo di tali fattori per l'opera in oggetto.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 93 di 149

#### 6.4.1.1 *PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO*

La pressione cinetica di riferimento si determina mediante l'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \text{ (in N/m}^2\text{)}$$

dove  $v_b$       velocità di riferimento

$\rho$             densità dell'aria, convenzionalmente posta pari a 1,25 kg/m<sup>3</sup>

Di seguito si determina la pressione di riferimento sulla base dei parametri caratteristici del sito e il tempo di ritorno dell'opera in oggetto:

##### Parametri dipendenti dal sito

Zona =	3	
$v_{b,0}$ =	27,00	m/s
$a_0$ =	500,00	m
$k_a$ =	0,02	1/s

##### Altitudine del sito

$a_s$ =	80,00	m s,l,m,
$v_b$ =	27,00	m/s

##### Tempo di ritorno

TR =	75	anni
$\alpha_{R(TR)}$ =	1,02	
$v_b(TR)$ =	27,63	m/s

##### Pressione di riferimento

$q_b$ =	477,25	N/m <sup>2</sup>
---------	--------	------------------

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 002</td> <td>B</td> <td>94 di 149</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	94 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	94 di 149								

#### 6.4.1.2 COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito e si determina mediante l'espressione:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

dove  $k_r, z_0, z_{\min}$  sono parametri che dipendono dalla categoria di esposizione del sito;

$c_t$  è il coefficiente di topografia, posto generalmente pari a 1

Di seguito si determina il coefficiente di esposizione sulla base della classe d'esposizione e l'altezza  $z$  del punto considerato, posta pari alla massima quota del complesso impalcato, barriere antirumore, sagoma del treno, A tal proposito il §2.5.1.4.4.2 [3] impone di considerare il treno come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4,00 m sul p.f.. Cautelativamente si considerano presenti barriere H4 ad entrambe le estremità dell'impalcato.

##### Categoria di esposizione

Classe di rugosità = D  
Distanza dalla costa = > 30 km

Categoria di esposizione = II  
 $k_r$  = 0,19  
 $z_0$  = 0,05 m  
 $z_{\min}$  = 4,00 m

##### Quota di riferimento z

H pila fino a intradosso imp. = 7,45 m  
H imp. fino a p.f. = 3,28 m  
H b.a. su p.f. = 4,67 m  
H min b.a. su p.f. = 3,35 m  
H treno su p.f. = 4,00 m  
  
z di riferimento = 15,4 m

##### Coefficiente di esposizione

$c_e$  = 2,63

### 6.4.1.3 COEFFICIENTE DI FORMA DELL'IMPALCATO

Il coefficiente di forma dell'impalcato e l'area di riferimento per il calcolo della forza risultante si determinano in base ai criteri enunciati nel §8.3.1 [9].

A tal proposito si riconduce il coefficiente di forma  $c_p$  al coefficiente di forza  $c_{fx,0}$ , Il coefficiente di forza  $c_{fx,0}$  si determina in base al rapporto tra larghezza  $b$  e altezza totale dell'impalcato  $d_{tot}$ .

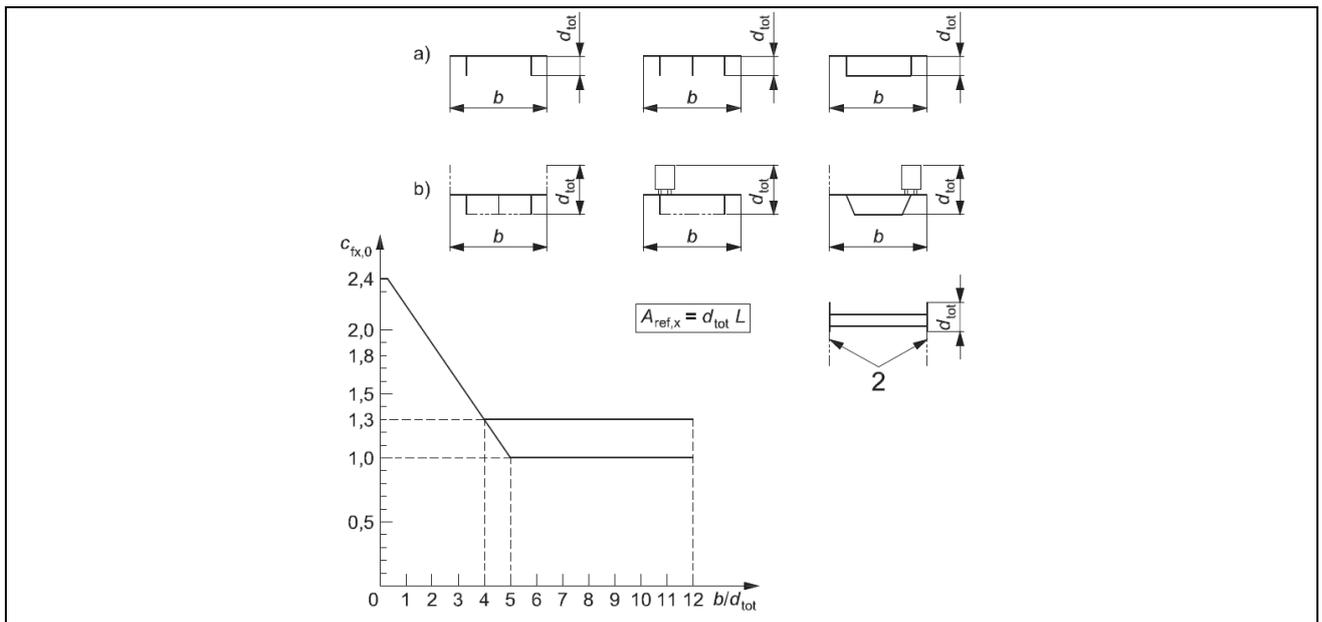


Figura 36 – Correlazione tra il rapporto  $b/d_{tot}$  e coefficiente di forma  $c_{fx,0}$  (figura 8,3 EC1-4)

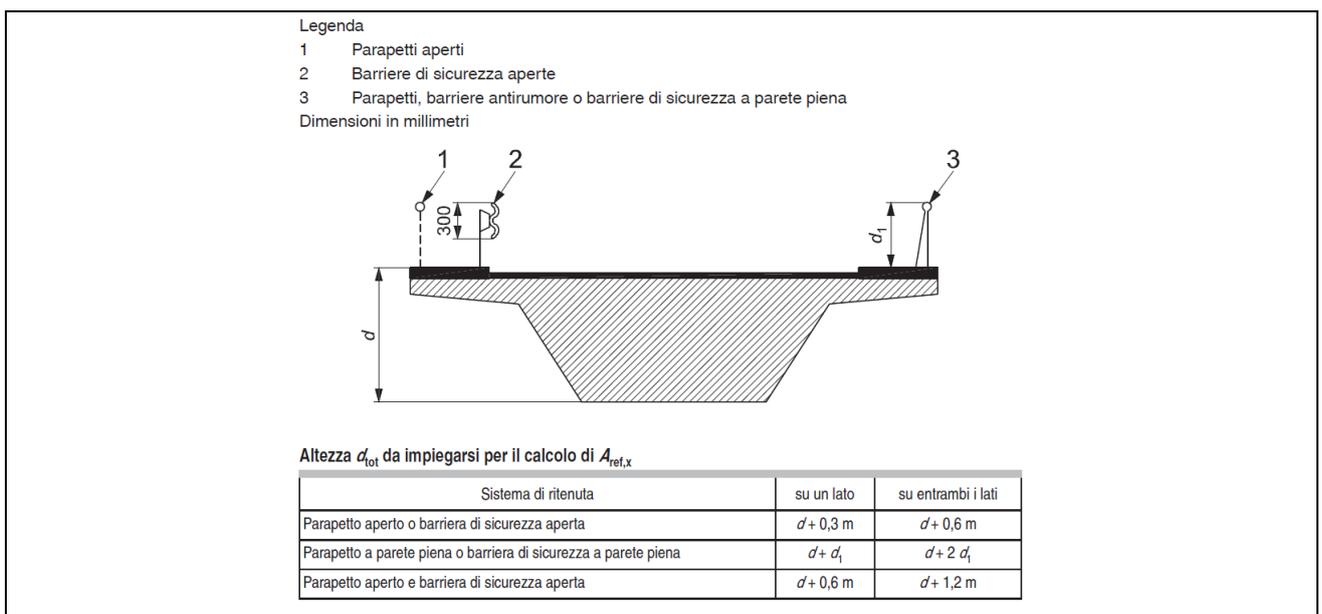


Figura 37 – Criteri per la determinazione dell'area di riferimento (figura 8,5 EC1-4)

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	96 di 149

L'area da considerare per il calcolo della risultante di forza si definisce come la somma di tutte le superfici proiettate dall'impalcato nel piano longitudinale, comprese le barriere e la sagoma dei veicoli.

Per il caso in esame si ha:

Caratteristiche geometriche dell'impalcato

	<u>IMPALCATO-SX</u>		<u>IMPALCATO-DX</u>	
b =	13,70	m	13,70	m
H b.a. su p.f. =	4,67	m	4,67	m
dtot =	7,95	m	7,95	m
b/dtot =	1,72		1,72	
cp =	1,98		1,98	

Coefficiente di forma

cp,max = 1,98

Area di riferimento

H impalcato da intrad, a p,f, =	3,28	m	3,28	m
H barriera su p,f, sx =	4,67	m	4,67	m
H barriera su p,f, dx =	4,67	m	4,67	m
H b,a, min su p,f, =	3,35	m	3,35	m
H treno su p,f, =	4,00	m	4,00	m
dtot2 =	12,62	m	12,62	m
L impalcato =	25,00	m	25,00	m
Arif =	315,50	m <sup>2</sup>	315,50	m <sup>2</sup>

#### 6.4.1.4 AZIONE DEL VENTO SULL'IMPALCATO

Di seguito si procede al calcolo dell'azione del vento sull'impalcato in relazione ai parametri determinati nei paragrafi precedenti.

	<u>IMPALCATO-SX</u>		<u>IMPALCATO-DX</u>	
<u>Pressione del vento</u>				
qb =	477.25	N/m2	477.25	N/m2
ce =	2.63		2.63	
cp =	1.98		1.98	
cd =	1		1	
qb = qb · ce · cp · cd =	2.49	kN/m2	2.49	kN/m2
<u>Area di riferimento</u>				
Arif =	315.5	m2	315.5	m2
H rispetto a intrad. Imp. =	5.62	m	5.62	m
<u>Risultante totale forza del vento</u>				
Fvh =	785.076	kN	785.076	kN
Mvt =	4412.1	kNm	4412.1	kNm
<u>Risultanti reazioni vincolari</u>				
F1 =	0		0	
F2 =	-393	kN	-393	kN
F3 =	0		0	
M1 =	2206	kNm	2206	kNm
M2 =	0		0	
M3 =	0		0	

#### 6.4.1.5 COEFFICIENTE DI FORMA DELLA PILA

Nel caso di pila con sezione circolare, il coefficiente di forma della pila e l'area di riferimento per il calcolo della risultante si determinano in base alle indicazioni del §7,9,2 [9].

A tal proposito si riconduce il coefficiente di forma  $c_p$  al coefficiente di forza  $c_f$ .

Il coefficiente di esposizione  $c_f$  si determina mediante l'espressione:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda$$

dove  $c_{f,0}$  è il coefficiente di forma in assenza di effetto di estremità;

$\psi_\lambda$  è il fattore di effetto di estremità, posto cautelativamente pari a 1,

Il valore di  $c_{f,0}$  si determina in funzione del numero di Reynolds e della rugosità equivalente mediante l'abaco riportato in Figura 34. Per il caso in questione, a favore di sicurezza, si pone  $c_{f,0}$  pari a 1,2 indipendentemente dai valori del numero di Reynolds e della rugosità equivalente.

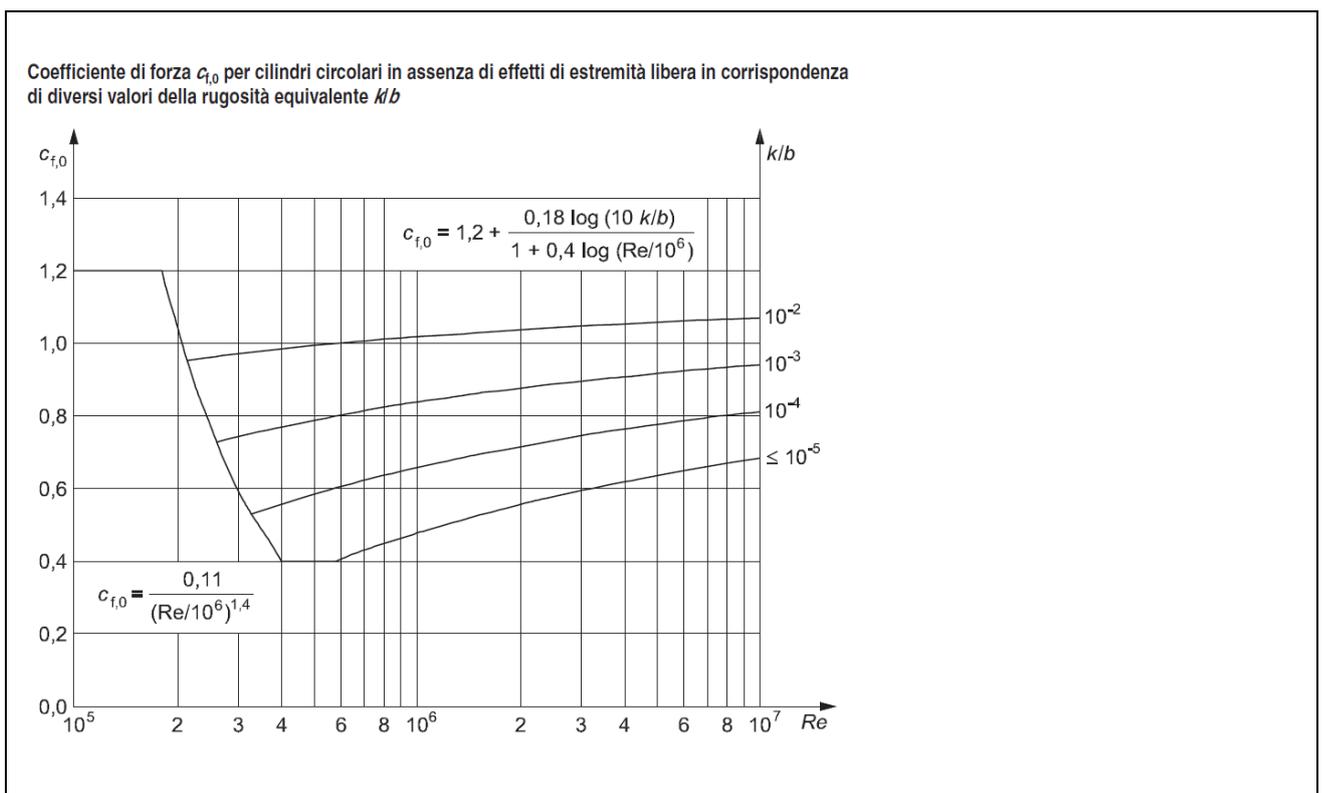


Figura 38 – Correlazione tra numero di Reynolds, la rugosità equivalente e coefficiente di forma  $c_{f,0}$  (figura 7,28 EC1-4)

Nel caso di pila con sezione rettangolare, il coefficiente di forma della pila e l'area di riferimento per il calcolo della risultante si determinano in base alle indicazioni del §7.6 [9]. A tal proposito si riconduce il coefficiente di forma  $c_p$  al coefficiente di forza  $c_f$ .

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	99 di 149

Il coefficiente di esposizione  $c_f$  si determina mediante l'espressione:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_{\lambda}$$

dove  $c_{f,0}$  è il coefficiente di forma in assenza di effetto di estremità;

$\psi_r$  è il fattore riduttivo per sezioni con spigoli arrotondati;

$\psi_{\lambda}$  è il fattore di effetto di estremità, posto cautelativamente pari a 1,

I valori di  $c_{f,0}$  e  $\psi_r$  si determinano in funzione del rapporto tra le dimensioni in sezione dell'elemento investito, secondo gli abachi riportati nella Figura 35,

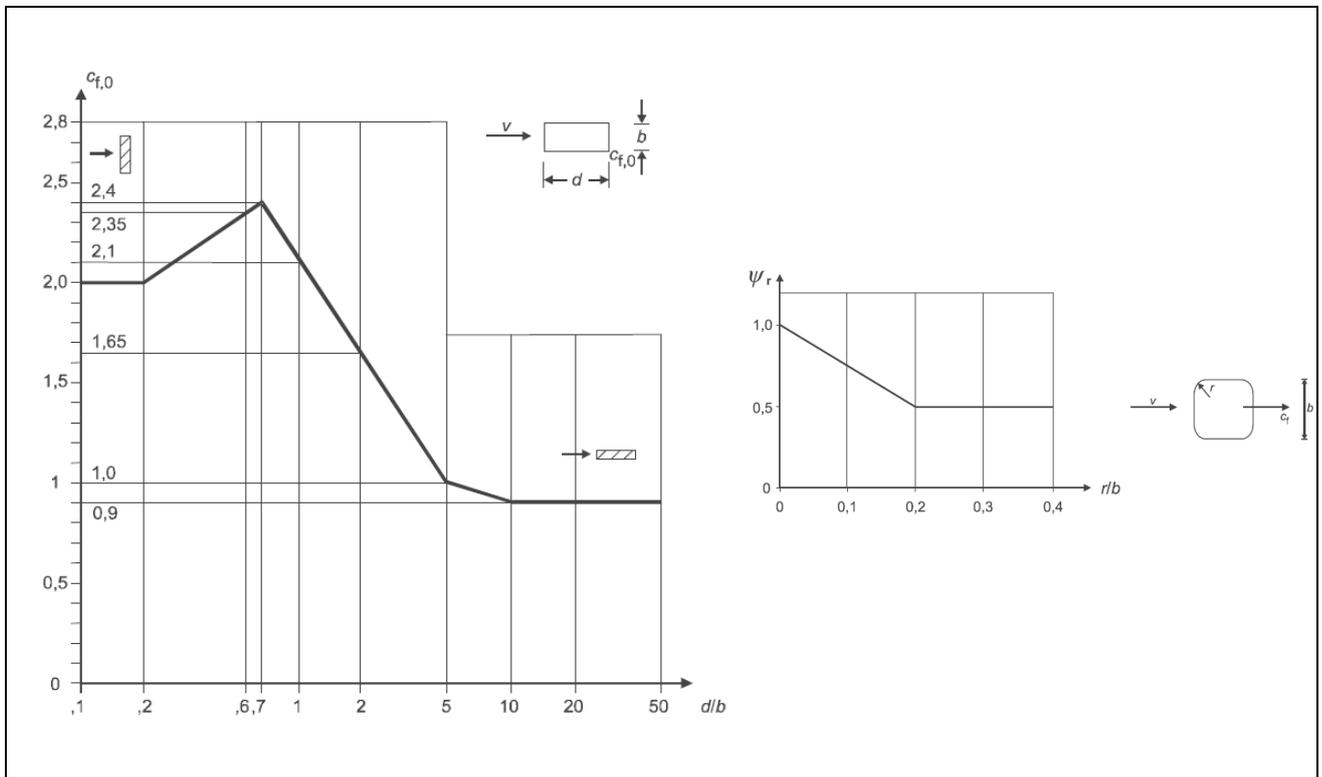


Figura 39 – Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma  $c_{f,0}$  (figura 7,23 EC1-4) e correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo  $\psi_r$  (figura 7,24 EC1-4)

L'area da considerare per il calcolo della risultante di forza si definisce come la superficie proiettata dalla pila nel piano longitudinale, Per il caso in esame si ha:

Caratteristiche geometriche della pila

Forma della pila =	Rettangolare cava smussata	
Dimensione proiettata nel piano b =	3,30	m
d =	8,60	m
d/b =	2,61	
cf,0 =	1,46	
r =	1,00	m
r/b =	0,30	
$\psi_r$ =	0,50	
$\psi_\lambda$ =	1,00	

Coefficiente di forma

$$c_p = c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda = 1,00$$

Azione del vento sulla pila:

Pressione del vento

q <sub>b</sub> =	477,25	N/m <sup>2</sup>
c <sub>e</sub> =	2,59	
c <sub>p</sub> =	1,00	
c <sub>d</sub> =	1,00	
q <sub>b</sub> = q <sub>b</sub> · c <sub>e</sub> · c <sub>p</sub> · c <sub>d</sub> =	1,25	kN/m <sup>2</sup>

Risultante totale forza del vento

b =	3,30	m
f <sub>vh</sub> =	4,14	kN/m

L'azione del vento così calcolata viene applicata come una forza uniformemente distribuita sugli elementi che compongono il fusto e il pulvino della pila.

## 6.5 AZIONI INDIRETTE (Q6)

### 6.5.1 RESISTENZE PARASSITE NEI VINCOLI (Q61)

Per la valutazione delle coazioni generate dallo scorrimento dei vincoli, è stato considerato un coefficiente d'attrito  $f$  pari a 0,06, applicato alle azioni verticali agenti sugli apparecchi d'appoggio.

Con riferimento a quanto riportato nel §1,6,3 [3] la forza agente sulle pile per impalcati a travate isostatiche, facendo riferimento all'apparecchio d'appoggio maggiormente caricato tra i due presenti sulla pila, si considera pari a:

$$F_a = f (0,2 \cdot V_G + V_Q)$$

dove  $V_G$  reazione verticale massima associata ai carichi permanenti

$V_Q$  reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati

#### IMPALCATO-SX

#### IMPALCATO-DX

#### Reazioni verticali massime

$V_G = F_3 (G_1 + G_2) =$	5826,14	kN	5826,14	kN
$V_Q = F_3 (Q_{1max}) =$	3558,56	kN	3558,56	kN

Forza d'attrito risultante per il singolo impalcato

$f =$	0,06		0,06	
$F_1 =$	283,43	kN	283,43	kN

#### Risultante azione parassita nei vincoli

$F_{1max} =$	283,43	kN		
--------------	--------	----	--	--

#### Risultanti reazioni vincolari

$F_1 =$	0	kN	-283	kN
$F_2 =$	0		0	
$F_3 =$	0		0	
$M_1 =$	0		0	
$M_2 =$	0		0	
$M_3 =$	0		0	

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 002</td> <td>B</td> <td>102 di 149</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	102 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	102 di 149								

## 6.6 EFFETTI D'INTERAZIONE (Q7)

### 6.6.1 VARIAZIONI TERMICHE DELL'IMPALCATO (Q71)

La presente azione si considera applicata in corrispondenza del piano ferro.

Di seguito si considera come prima pila la pila accostata alla spalla munita di appoggi fissi, si considera pertanto come ultima pila la pila accostata alla spalla munita di appoggi scorrevoli.

Dal §3,1 dell'Allegato 3 delle Specifiche RFI [3] si desume:

$$F_{ts} = \beta \cdot \alpha_{ts1} \cdot \alpha_{ts2} \cdot \alpha_{ts3} \cdot L \cdot q \cdot n$$

dove  $\alpha_{ts1}$  0,70 nel caso di  $\Delta t = 30$  °C (valore massimo)

$\alpha_{ts2}$  1,00 (rigidezza massima della spalla)

$\alpha_{ts3}$  0,80 nel caso di viadotto con un numero di campate  $\geq 3$

L luce della campata

q resistenza allo scorrimento longitudinale del binario scarico, posto generalmente pari a 20,00 kN/m

n numero di binari

$\beta$  0,40 nel caso dell'ultima pila

$\beta$  0,20 nel caso della penultima e della prima pila

$\beta$  0,00 nel caso delle pile intermedie

Cautelativamente si pone  $\beta$  pari al suo valore massimo, ossia 0,4.

#### IMPALCATO-SX

#### IMPALCATO-DX

#### Reazione per variazioni termiche dell'impalcato

$\Delta T =$	30,00	°C	30,00	°C
L impalcato =	25,00	kN	25,00	kN
q =	20,00	kN/m	20,00	kN/m
n binari =	2,00		2,00	
$\alpha_{tp1} =$	0,70		0,70	
$\alpha_{tp2} =$	1,00		1,00	
$\alpha_{tp3} =$	1,00		1,00	
Ft,spalla =	700,00	kN	700,00	kN
Ft,pila =	280,00	kN	280,00	kN
Tipo di vincolo =	UL		F	
Moltiplicatore =	0,00		1,00	

### Forza risultante

$$F1 = 0,00 \quad \text{kN} \quad 280,00 \quad \text{kN}$$

### Risultanti reazioni vincolari

$$F1 = 0 \quad \text{kN} \quad -280 \quad \text{kN}$$

$$F2 = 0$$

$$F3 = 0$$

$$M1 = 0$$

$$M2 = 0$$

$$M3 = 0$$

## 6.6.2 AZIONI DI FRENATURA E AVVIAMENTO

Gli effetti di interazione relativi alle azioni di frenatura e avviamento si tengono conto applicando ai valori della risultante un coefficiente  $\alpha_n$  che tiene conto del rapporto di rigidezza tra le pile del viadotto.

Cautelativamente si prendono in considerazione le condizioni più sfavorevoli, ossia:

- per le azioni di frenatura del modello di carico LM71 :  $\alpha_{hp} = \alpha_{hp3} = 1,60$
- per le azioni di frenatura del modello di carico SW/2 :  $\alpha_{hp} = \alpha_{hp3} = 1,30$
- per le azioni di avviamento di entrambi i modelli di carico :  $\alpha_{hp} = \alpha_{hp3} \cdot \alpha_{hp4} = 1,60 \cdot 0,70 = 1,12$ .

## 6.6.3 INFLESSIONE DELL'IMPALCATO DOVUTA AI CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO

Le azioni longitudinali da inflessione impalcato esercitano delle spinte che si contrappongono alle flessioni generate dall'eccentricità dei carichi verticali. Per questo motivo a vantaggio di sicurezza tali azioni vengono trascurate nei calcoli successivi.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 104 di 149

## 6.7 AZIONI SISMICHE (E)

L'azione sismica di progetto è rappresentata da spettri di risposta definiti in base alla pericolosità sismica di base del sito ove sorge l'opera in oggetto, la vita di riferimento e le caratteristiche del sottosuolo.

Di seguito si riportano i parametri di input utilizzati per la definizione degli spettri di progetto orizzontali e verticali e i grafici degli stessi, Gli spettri di progetto così definiti vengono utilizzati nel modello di calcolo per la definizione di casi di analisi di tipo "dinamica lineare con spettro di risposta".

I valori del fattore di struttura  $q$ , adottati per la definizione delle azioni sismiche e per il dimensionamento degli elementi secondo i criteri della gerarchia delle resistenze, sono stati definiti in base ai criteri di seguito esplicitati.

Il valore del fattore di struttura  $q$  assunto per il dimensionamento delle fondazioni è pari a 1,5, in accordo con quanto indicato nel §1,8,3,3 [3] per le fondazioni su pali.

Per le strutture in elevazione, in accordo con quanto indicato nel §7,9,2,1 [1] per pile verticali inflesse in c,a, e progettazione in CD"B", si assume un fattore di struttura  $q_0$  paria 1,5 (vedi Tabella 1).

Per elementi duttili in c,a, i valori di  $q_0$  riportati in Tabella 1, valgono se la sollecitazione di compressione normalizzata  $v_k$  non eccede il valore 0,3, Per valori di  $v_k$  compresi tra 0,3 e 0,6 ( $v_k$  non può eccedere 0,6)  $q_0$  si ottiene dalla relazione seguente:

$$q_0(v_k) = q_0 - (v_k/0,3 - 1) \cdot (q_0 - 1)$$

Infine il fattore di struttura  $q$  da adottare nelle analisi si ottiene moltiplicando il  $q_0$  così ottenuto per il coefficiente riduttivo  $K_R$  che dipende dalle caratteristiche di regolarità della struttura.

In generale il requisito di regolarità e quindi il valore di  $K_R$  si determinano a posteriori secondo il procedimento indicato nel §7,9,2,1 [1], Per il caso in esame si ipotizza un  $K_R$  pari a 1.

$$q_0(v_k) = q_0 = 1,5$$

$$q = q_0(v_k) \cdot K_R = 1,5,$$

Tipi di elementi duttili	$q_0$	
	CD"B"	CD"A"
<b>Pile in cemento armato</b>		
Pile verticali inflesse	1,5	3,5 $\lambda$
Elementi di sostegno inclinati inflessi	1,2	2,1 $\lambda$
<b>Pile in acciaio:</b>		
Pile verticali inflesse	1,5	3,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	1,2	2,0
Pile con controventi concentrici	1,5	2,5
Pile con controventi eccentrici	-	3,5
<b>Spalle rigidamente connesse con l'impalcato</b>		
In generale	1,5	1,5
Strutture che si muovono col terreno <sup>7</sup>	1,0	1,0
<b>Archi</b>	1,2	2,0

<sup>7</sup> Le strutture che si muovono con il terreno non subiscono amplificazione dell'accelerazione del suolo. Esse sono caratterizzate da periodi naturali di vibrazione in direzione orizzontale molto bassi ( $T \leq 0,03$  s). Appartengono a questa categoria le spalle connesse, mediante collegamenti flessibili, all'impalcato.

Tabella 1 – Valori del fattore struttura  $q_0$  per differenti tipologie di pile e spalle - tabella 7.9.1 [1]

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	105 di 149

### 6.7.1 SPETTRI DI PROGETTO ALLO SLV

Coordinate geografiche della pila:

PILA	Latitudine [°]	Longitudine [°]
<b>P18</b>	41,18843	14,47470

Strategia di progettazione

Vita nominale VN =	75	anni
Coefficiente d'uso cu =	1,50	
Vita di riferimento VR =	112,50	anni
Categoria di sottosuolo =	C	
Categoria topografica =	T1	

Per la definizione della categoria di suolo si rimanda all'elaborato progettuale "IF1N.0.1.E.ZZ.RB.GE.00.0.5.001.A - Relazione geotecnica generale di linea delle opere all'aperto".

$q_0 =$	1,50
$K_r =$	1,00

Il valore di  $v_k$  è pari a :

0.05

Fattore di struttura $q =$	1,50	
Smorzamento $\xi =$	5,00	%

**6.7.1.1 PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELLO SPETTRO ORIZZONTALE**

Tr	1068	anni
ag0	0.266	g
Fo	2.353	
S	1.324	
TB	0.196	sec
TC	0.587	sec
TD	2.664	sec

**6.7.1.2 PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELLO SPETTRO VERTICALE**

Tr	1068
agv	0.185
Fv	2.353
S	1.000
TB	0.050
TC	0.150
TD	1.000

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	107 di 149

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

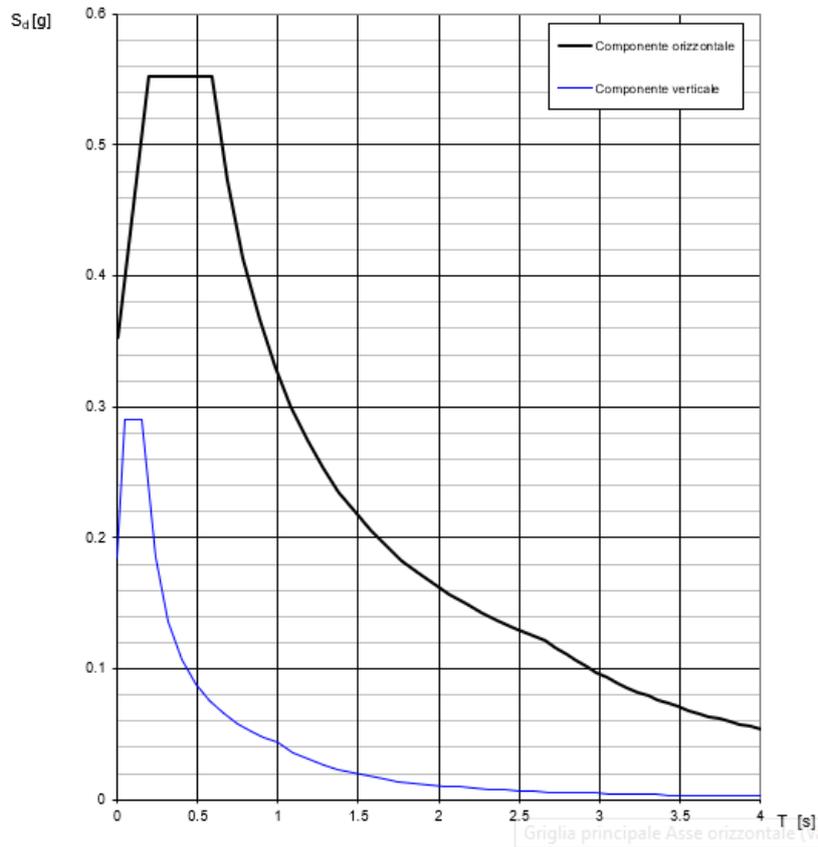


Figura 40 – Spettro di progetto allo SLV – Componente orizzontale e verticale

## 7 COMBINAZIONI DI CARICO

Di seguito vengono riportate le tabelle che riepilogano le condizioni di carico elementari (C.C.E.) considerate.

	<b>C.C.E.</b>	<b>Descrizione</b>
G - Permanenti	G1	Pesi propri
	G21	Ballast
	G22	Permanenti non strutturali
Q1 - Variabili verticali	Q11	Disposizione 1 (massimizza N)
	Q12	Disposizione 2 (massimizza M2)
	Q13	Disposizione 3 (massimizza M1)
	Q14	Disposizione 4 (massimizza M1)
	Q15	Disposizione 5 (massimizza N+M2)
	Q16	Disposizione 6 (massimizza N)
	Q17	Disposizione 7 (minimizza N)
Q2 - Avviamento e frenatura	Q21	Disposizione 1 (massimizza N)
	Q22	Disposizione 2 (massimizza M2)
	Q23	Disposizione 3 (massimizza M1)
	Q24	Disposizione 4 (massimizza M1)
	Q25	Disposizione 5 (massimizza N+M2)
	Q26	Disposizione 6 (massimizza N)
	Q27	Disposizione 7 (minimizza N)
Q3 - Centrifuga	Q31	Disposizione 1 (massimizza N)
	Q32	Disposizione 2 (massimizza M2)
	Q33	Disposizione 3 (massimizza M1)
	Q34	Disposizione 4 (massimizza M1)
	Q35	Disposizione 5 (massimizza N+M2)
	Q36	Disposizione 6 (massimizza N)
	Q37	Disposizione 7 (minimizza N)
Q4 - Serpeggio	Q41	Disposizione 1 (massimizza N)
	Q42	Disposizione 2 (massimizza M2)
	Q43	Disposizione 3 (massimizza M1)
	Q44	Disposizione 4 (massimizza M1)
	Q45	Disposizione 5 (massimizza N+M2)
	Q46	Disposizione 6 (massimizza N)
	Q47	Disposizione 7 (minimizza N)
Variabili	Q51	Vento
Azioni interne	Q61	Attrito su vincoli
Effetti d'interazione	Q71	Variazioni termiche
E - Azioni sismiche	E1	Sisma x
	E2	Sisma y
	E3	Sisma z

Le combinazioni di calcolo sono state definite sulla base dei criteri enunciati nei §2.5.1.8.2.3 [3], §2.5.1.8.3.1 [3] e §2.5.1.8.3.2 [3] di cui si riportano di seguito alcuni stralci.

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante  
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi ( $\Phi, \alpha$ , ecc.)  
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Tabella 2 – Definizione dei gruppi di carico

		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

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
 (2) 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.  
 (3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
 (4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
 (5) Aliquota di carico da traffico da considerare.  
 (6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
 (7) 1,20 per effetti locali

Tabella 3 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni agli SLU

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	$\sigma_1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\sigma_2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	$\sigma_3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\sigma_4$	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>	(1)	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	(2) (3)	(2)	(2)
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0

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

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

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

Tabella 4 – Coefficienti di combinazione  $\Psi$  delle azioni

Le combinazioni di carico (C.C.C.) definite e considerate nei calcoli successivi sono riportate nell'allegato 1 alla presente relazione.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 002</td> <td>B</td> <td>111 di 149</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	111 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	111 di 149								

Si riporta un quadro sintetico delle combinazioni prese in considerazione:

Gruppo	Num,
SLU-STR	70 combinazioni
SLU-GEO (appr, A2)	70 combinazioni
SIS-SLV	202 combinazioni
SLE-RAR/FRE	105 combinazioni
SLE-QP	2 combinazioni

## 7.1 SCELTA RAGIONATA DELLE COMBINAZIONI DI CARICO IMPIEGATE NELLE VERIFICHE STRUTTURALI

### Verifiche strutturali del fusto pila

Per le verifiche SLU/SLE sono state individuate, per ogni gruppo di combinazioni di carico, quelle che inducono il valore massimo ed il valore minimo per ogni componente di sollecitazione (F1, F2, F3, M1, M2 ed M3).

Le verifiche SLU a presso-flessione della sezione di base della pila sono state svolte con riferimento a tali combinazioni di carico individuate.

Le verifiche SLE sono state svolte con riferimento alle combinazioni, tra quelle selezionate, che inducono gli effetti più severi in termini di tensioni normali e fessurazione, generalmente caratterizzate dal massimo valore di  $M_{tot}$  e/o dal massimo valore eccentricità  $e = M_{tot} / N$ .

### Verifiche strutturali dei pali di fondazione

Per le verifiche SLU della sezione di testa dei pali di fondazione sono state impiegate tutte le combinazioni di carico indagate e sono stati riportati in relazione i risultati per le sole combinazioni sismiche SLV e statiche SLU (ossia le più gravose).

Le verifiche SLE sono state svolte con riferimento alle combinazioni, tra quelle selezionate, che inducono gli effetti più severi in termini di tensioni normali e fessurazione, generalmente caratterizzate dal massimo valore di  $M_{tot}$  e/o dal massimo valore eccentricità  $e = M_{tot} / N$ .

### Verifiche strutturali del plinto di fondazione

Per le verifiche SLU e SLE del plinto di fondazione sono state impiegate, per ogni gruppo di combinazioni indagate, quelle che inducono le massime/minime forze assiali alla testa dei pali, al fine di indurre gli effetti più severi nel meccanismo tirante-puntone impiegato per descrivere il comportamento strutturale del plinto stesso.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 112 di 149

## 8 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

### 8.1 MODELLO DI CALCOLO

Il calcolo delle sollecitazioni lungo il fusto viene effettuato mediante una schematizzazione a mensola. Per gli scarichi in fondazione e la ripartizione degli sforzi sui pali si è ipotizzata una platea infinitamente rigida.

### 8.2 MASSE E FORZE SISMICHE

Secondo le indicazioni del §7.9.4.1 delle NTC2008 [1], nel caso di ponte a travate semplicemente appoggiate, i requisiti necessari per applicare l'analisi statica lineare possono ritenersi soddisfatti nel seguente caso:

- per entrambe le direzioni longitudinale e trasversale, purché la massa efficace di ciascuna pila non sia superiore ad 1/5 della massa di impalcato da essa portata (per pile a sezione costante, la massa efficace può essere assunta pari alla massa della metà superiore della pila).

Nel presente caso tale requisito risulta soddisfatto. Per la determinazione delle sollecitazioni sui diversi elementi costituenti la pila si procede dunque con un'analisi statica lineare con spettro di risposta su oscillatore semplice.

Nel caso in esame si ha che:

- in direzione X la massa sismica è rappresentata dalle masse afferenti all'impalcato vincolato alla pila mediante gli apparecchi d'appoggio fissi e si considera agente alla quota degli apparecchi d'appoggio;
- in direzione Y la massa sismica è rappresentata dalla metà della massa afferente a ciascun impalcato e si considerano agenti alla quota baricentrica degli impalcati stessi;
- in direzione Z la massa sismica è rappresentata dalla metà della massa di ciascun impalcato ciascuna delle quali agisce nel centro geometrico degli apparecchi d'appoggio degli impalcati stessi.

IMPALCATO-SX      IMPALCATO-DX

**Masse sismiche afferenti agli impalcati**

Massa impalcato =	11652	kN	11652	kN
Carico max traffico LM71 =	2807	kN	2807	kN
Carico max traffico SW/2 =	3750	kN	3750	kN
Carico max traffico LM71+SW/2 =	6557	kN	6557	kN
Massa traffico (psi=0.2) =	1311	kN	1311	kN
Massa impalcato (perm+treni) =	12963	kN	12963	kN
tipologia vincolo =	UL		F	
Massa imp. longitudinale =	0	kN	12963	kN
Massa imp. trasversale =	6482	kN	6482	kN
Massa imp. totale longitudinale =	<b>12963</b>	kN		
Massa imp. totale trasversale =	<b>12963</b>	kN		

**Masse sismiche afferenti alla pila**

Massa pulvino Mpu =	1626	kN
Massa fusto Mfu =	1623	kN
Massa efficace pila M* = Mpu + Mfu/2	2437	kN

Requisito analisi statica lineare

Massa efficace pila (M*) =	2437	kN
1/5 M impalcato (min[trasv;long]) =	2593	kN
M* < 1/5 Mimp	VERO	

Essendo verificata la condizione  $M^* < 1/5 M_{imp}$ , la risposta strutturale della pila in fase sismica può essere valutata mediante una analisi statica lineare equivalente.

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	114 di 149

Massa totale

M tot longitudinale =	<b>15401</b>	kN
M tot trasversale =	<b>15401</b>	kN
M tot verticale =	<b>15401</b>	kN

Analisi statica lineare

Ac	11.800	m <sup>2</sup>
H1	5.50	m
H2	1.45	m
H3	0.45	m
Hpila	7.40	m
yg_imp	2.08	m

Ecm	33643	N*/mm <sup>2</sup>
	33643000	kN/m <sup>2</sup>

**Dir. longitudinale**

l <sub>long</sub>	17.4	m <sup>4</sup>
W <sub>long</sub>	15401	kN/m
M <sub>long</sub>	1570	ton
L <sub>vlong</sub>	7.4	m
K <sub>long</sub>	4.3E+06	kN/m
<b>T<sub>long</sub></b>	<b>0.120</b>	<b>sec</b>
S <sub>dlong</sub>	0.474	g

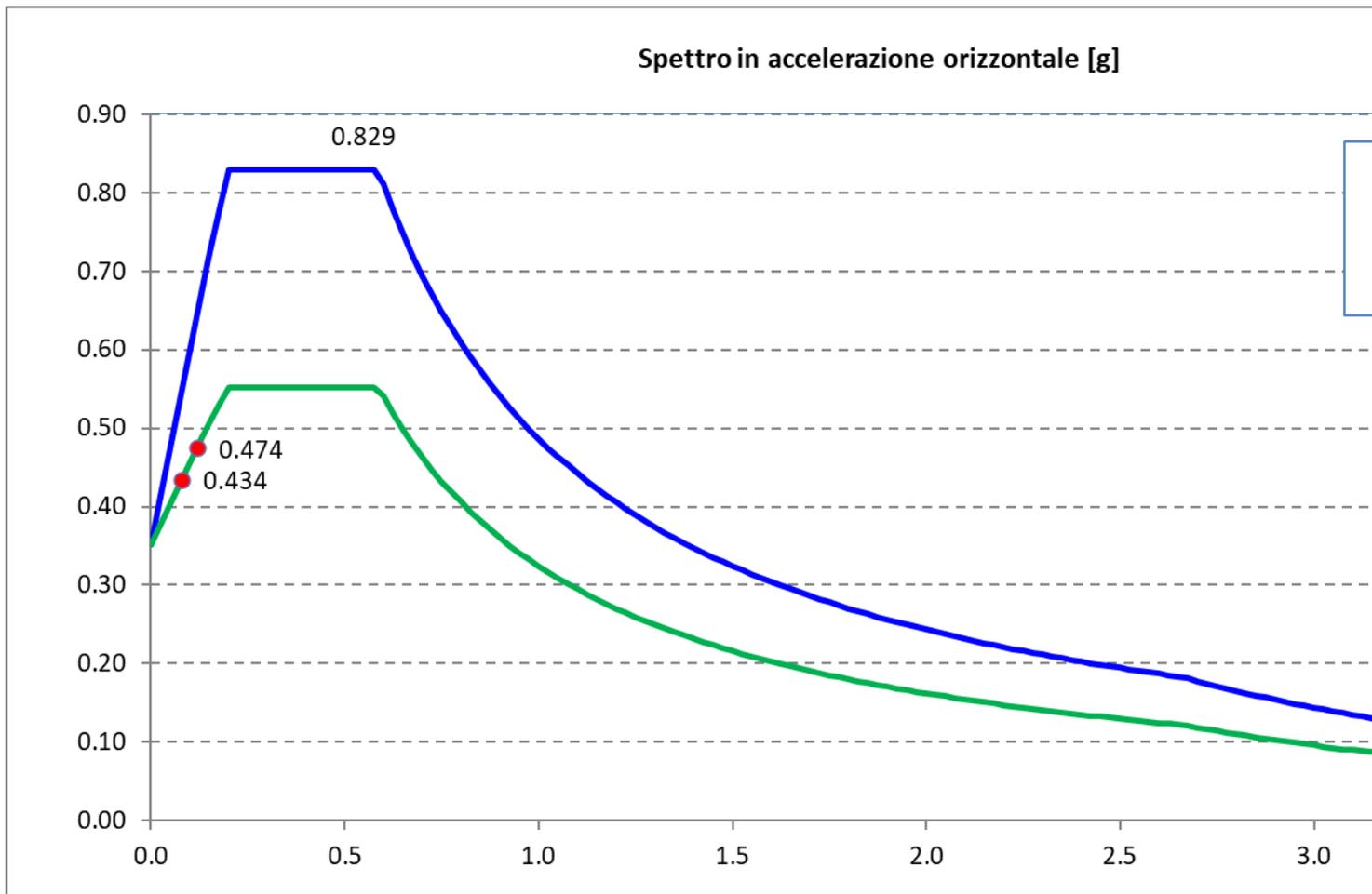
**F<sub>long</sub>**                    **7306** kN

**Dir. trasversale**

l <sub>trasv</sub>	82.3	mm <sup>4</sup>
W <sub>trasv</sub>	15401	ton
M <sub>trasv</sub>	1570	ton
L <sub>vtrasv</sub>	9.5	m
K <sub>trasv</sub>	9.7E+06	kN/m
<b>T<sub>long</sub></b>	<b>0.080</b>	<b>sec</b>
S <sub>dtrasv</sub>	0.434	g

**F<sub>trasv</sub>**                    **6679** kN

Nel seguente diagramma sono evidenziate le coordinate spettrali SLV corrispondenti ai valori dei periodi  $T_{long}$  [sec] e  $T_{trasv}$  [sec] calcolati in precedenza.



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 002</td> <td>B</td> <td>116 di 149</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	116 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	116 di 149								

Il §7.9.3 [1] raccomanda di assumere un'eccentricità accidentale nel posizionamento delle masse sismiche riferite all'impalcato, pari a 0,03 volte la dimensione dell'impalcato stesso misurata perpendicolarmente alla direzione dell'azione sismica.

Per la pila in oggetto si avrebbe:

§7.9.3 [1] - Eccentricità accidentale nel posizionamento delle masse sismiche

	<u>IMP. SX</u>		<u>IMP. DX</u>	
b =	13.7	m	13.7	m
L =	25.0	m	25.0	m
Sisma long (X): $e_y = 0,03 \cdot b =$	<b>0.411</b>	m	<b>0.411</b>	m
Sisma trasv (Y): $e_x = 0,03 \cdot L =$	<b>0.75</b>	m	<b>0.75</b>	m

## 8.3 CARICHI ELEMENTARI

### 8.3.1 RIEPILOGO DEGLI SCARICHI DALL'IMPALCATO

#### 8.3.1.1 SCARICHI IMPALCATO SX RISPETTO A BARICENTRO APPOGGI:

IMPALCATO 4 CASSONCINI DA 25 m							
SCARICHI IMPALCATO SX RISPETTO A BARICENTRO APPOGGI							
C.C.E.	Descrizione	F1	F2	F3	M1	M2	M3
		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
G - Permanenti							
G1	Pesi propri	0	0	-3303	0	0	0
G2	Ballast	0	0	-1660	0	0	0
G2	Permanenti non strutturali	0	0	-863	0	0	0
Q1 - Variabili verticali							
Q11	Disposizione 1 (massimizza N)	0	0	-2816	282	0	0
Q12	Disposizione 2 (massimizza M2)	0	0	0	0	0	0
Q13	Disposizione 3 (massimizza M1)	0	0	-1451	2903	0	0
Q14	Disposizione 4 (massimizza M1)	0	0	-1365	2839	0	0
Q15	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0	0	-1965	271	0	0
Q16	Disposizione 6 (massimizza N)	0	0	-2730	109	0	0
Q17	Disposizione 7 (minimizza N)	0	0	0	0	0	0
Q2 - Avviamento e frenatura							
Q21	Disposizione 1 (massimizza N)	0	0	0	0	0	0
Q22	Disposizione 2 (massimizza M2)	0	0	0	0	0	0
Q23	Disposizione 3 (massimizza M1)	0	0	0	0	0	0
Q24	Disposizione 4 (massimizza M1)	0	0	0	0	0	0
Q25	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0	0	0	0	0	0
Q26	Disposizione 6 (massimizza N)	0	0	0	0	0	0
Q27	Disposizione 7 (minimizza N)	0	0	0	0	0	0
Q3 - Centrifuga							
Q31	Disposizione 1 (massimizza N)	0	-296	0	1504	0	0
Q32	Disposizione 2 (massimizza M2)	0	0	0	0	0	0
Q33	Disposizione 3 (massimizza M1)	0	-88	0	447	0	0
Q34	Disposizione 4 (massimizza M1)	0	-208	0	1057	0	0
Q35	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0	-214	0	1086	0	0
Q36	Disposizione 6 (massimizza N)	0	-291	0	1477	0	0
Q37	Disposizione 7 (minimizza N)	0	0	0	0	0	0
Q4 - Serpeggio							
Q41	Disposizione 1 (massimizza N)	0	-105	0	344	0	0

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	118 di 149

Q42	Disposizione 2 (massimizza M2)	0	0	0	0	0	0
Q43	Disposizione 3 (massimizza M1)	0	-50	0	164	0	0
Q44	Disposizione 4 (massimizza M1)	0	-55	0	180	0	0
Q45	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0	-105	0	344	0	0
Q46	Disposizione 6 (massimizza N)	0	-105	0	344	0	0
Q47	Disposizione 7 (minimizza N)	0	0	0	0	0	0
<b>Q5 - Variabili</b>							
Q51	Vento	0	-393	0	2206	0	0
<b>Q6 - Azioni indirette</b>							
Q61	Attrito su vincoli	0	0	0	0	0	0
<b>Q7 - Effetti d'interazione</b>							
Q71	Variazioni termiche	0	0	0	0	0	0
<b>E - Azioni sismiche</b>							
<b>E1</b>	<b>Sisma x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>E2</b>	<b>Sisma y</b>	<b>0</b>	<b>-3339</b>	<b>0</b>	<b>6946</b>	<b>0</b>	<b>-2504</b>
<b>E3</b>	<b>Sisma z</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-2822</b>	<b>1160</b>	<b>2116</b>	<b>0</b>

**8.3.1.2 SCARICHI IMPALCATO DX RISPETTO A BARICENTRO APPOGGI:**

IMPALCATO 4 CASSONCINI DA 25 m							
SCARICHI IMPALCATO DX RISPETTO A BARICENTRO APPOGGI							
C.C.E.	Descrizione	F1	F2	F3	M1	M2	M3
		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
G - Permanenti							
G1	Pesi propri	0	0	-3303	0	0	0
G2	Ballast	0	0	-1660	0	0	0
G2	Permanenti non strutturali	0	0	-863	0	0	0
Q1 - Variabili verticali							
Q11	Disposizione 1 (massimizza N)	0	0	-2876	402	0	0
Q12	Disposizione 2 (massimizza M2)	0	0	-3559	518	0	0
Q13	Disposizione 3 (massimizza M1)	0	0	-1511	3022	0	0
Q14	Disposizione 4 (massimizza M1)	0	0	-1365	2839	0	0
Q15	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0	0	-3559	518	0	0
Q16	Disposizione 6 (massimizza N)	0	0	-2730	109	0	0
Q17	Disposizione 7 (minimizza N)	0	0	-2977	1634	0	0
Q2 - Avviamento e frenatura							
Q21	Disposizione 1 (massimizza N)	1835	0	0	0	0	0
Q22	Disposizione 2 (massimizza M2)	2154	0	0	0	0	0
Q23	Disposizione 3 (massimizza M1)	819	0	0	0	0	0
Q24	Disposizione 4 (massimizza M1)	1016	0	0	0	0	0
Q25	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	2154	0	0	0	0	0
Q26	Disposizione 6 (massimizza N)	1995	0	0	0	0	0
Q27	Disposizione 7 (minimizza N)	2154	0	0	0	0	0
Q3 - Centrifuga							
Q31	Disposizione 1 (massimizza N)	0	-300	0	1522	0	0
Q32	Disposizione 2 (massimizza M2)	0	-370	0	1881	0	0
Q33	Disposizione 3 (massimizza M1)	0	-92	0	465	0	0
Q34	Disposizione 4 (massimizza M1)	0	-208	0	1057	0	0
Q35	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0	-214	0	1086	0	0
Q36	Disposizione 6 (massimizza N)	0	-291	0	1477	0	0
Q37	Disposizione 7 (minimizza N)	0	-282	0	1431	0	0
Q4 - Serpeggio							
Q41	Disposizione 1 (massimizza N)	0	-105	0	344	0	0
Q42	Disposizione 2 (massimizza M2)	0	-210	0	689	0	0
Q43	Disposizione 3 (massimizza M1)	0	-50	0	164	0	0
Q44	Disposizione 4 (massimizza M1)	0	-55	0	180	0	0
Q45	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0	-105	0	344	0	0

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	120 di 149

Q46	Disposizione 6 (massimizza N)	0	-105	0	344	0	0
Q47	Disposizione 7 (minimizza N)	0	-210	0	689	0	0
<b>Q5 - Variabili</b>							
Q51	Vento	0	-393	0	2206	0	0
<b>Q6 - Azioni indirette</b>							
Q61	Attrito su vincoli	283	0	0	0	0	0
<b>Q7 - Effetti d'interazione</b>							
Q71	Variazioni termiche	280	0	0	0	0	0
<b>E - Azioni sismiche</b>							
<b>E1</b>	<b>Sisma x</b>	<b>7306</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3003</b>
<b>E2</b>	<b>Sisma y</b>	<b>0</b>	<b>-3339</b>	<b>0</b>	<b>6946</b>	<b>0</b>	<b>-2504</b>
<b>E3</b>	<b>Sisma z</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-2822</b>	<b>1160</b>	<b>2116</b>	<b>0</b>

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 121 di 149

## 8.4 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

### 8.4.1 SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL FUSTO PILA

Le sollecitazioni di calcolo riferite alla sezione di base del fusto della pila avente condizioni statiche più critiche tra quelle prese in considerazione nella presente relazione, sono riportate in forma completa nel secondo allegato alla presente relazione.

Le sollecitazioni di calcolo ottenute in condizione sismica per le strutture in elevazione devono essere ulteriormente elaborate per tener conto delle indicazioni del §7.9 [1] e dei principi della gerarchia delle resistenze.

#### 8.4.1.1 SOLLECITAZIONI FLETTENTI IN ZONA CRITICA

Secondo le indicazioni del §7.9.4 [1] nelle zone critiche, gli effetti delle non linearità geometriche possono essere tenute in conto mediante l'espressione semplificata:

$$\Delta M = d_{Ed} \cdot N_{Ed}$$

con  $d_{Ed}$  valutato secondo il §7,3,3,3, ossia pari a  $\mu_d \cdot d_{Ee}$  dove:

$d_{Ee}$  è lo spostamento derivante dall'analisi lineare

$$\mu_d = q \quad \text{per } T_1 \geq T_C$$

$$\mu_d = 1 + (q - 1) \cdot T_C/T_1 \quad \text{per } T_1 < T_C \quad \text{in ogni caso } \mu_d \leq 5 \cdot q - 4$$

Per il caso in esame si ha:

$d_{Ee\_long}$	1.7	mm	$d_{Ee\_trasv}$	0.7	mm
$\mu_{d\_long}$	3.45		$\mu_{d\_trasv}$	3.50	
<b><math>d_{Ed\_long}</math></b>	<b>5.8</b>	<b>mm</b>	<b><math>d_{Ed\_trasv}</math></b>	<b>2.4</b>	<b>mm</b>

#### 8.4.1.2 SOLLECITAZIONI FLETTENTI FUORI DALLA ZONA CRITICA

Il §7.9.5.1 [1] definisce il fattore di "sovraresistenza"  $\gamma_{Rd}$  che viene calcolato mediante l'espressione:

$$\gamma_{Rd} = 0,7 + 0,2 q \geq 1$$

nella quale  $q$  è il fattore di struttura utilizzato nei calcoli.

Nel caso in cui la compressione normalizzata  $v_k = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{ck})$  (rif. §7.9.2.1 delle NTC2008 [1]), ecceda il valore 0,1 tale fattore deve essere moltiplicato per  $f = 1 + 2 \cdot (v_k - 0,1)^2$ .

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 002</td> <td>B</td> <td>122 di 149</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	122 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	122 di 149								

Nel caso in esame il fattore  $\gamma_{Rd}$  assume il valore:

Dir, Longitudinale:

qlong	1.50	
NEd	17523	kN
fck	32	Mpa
vk	0.05	
f	1.006	
$\gamma_{Rd}$	<b>1.00</b>	

Dir, Trasversale:

qtrasv	1.50	
NEd	17523	kN
fck	32	Mpa
vk	0.05	
f	1.006	
$\gamma_{Rd}$	<b>1.00</b>	

Definite “zone di cerniera plastica” o “zone critiche” le zone dove si progetta di localizzare le plasticizzazioni che conferiranno la duttilità richiesta alla struttura soggetta all’evento sismico, nel caso delle pile tali zone si identificano come la zona compresa tra la sezione di incastro alla base e la sezione posta ad una distanza  $L_h$  dall’incastro, dove  $L_h$  assume il massimo tra i seguenti valori (rif §7.9.6.2 [1]):

- la profondità della sezione in direzione ortogonale all’asse di rotazione delle cerniere;
- la distanza tra la sezione di momento massimo e la sezione in cui il momento si riduce del 20%.

Nelle sezioni comprese nella zona critica deve risultare:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

Nelle sezioni al di fuori della zona critica tenendo conto del criterio della gerarchia delle resistenze deve risultare:

$$M_{gr} \leq M_{Rd}$$

I valori di  $M_{gr}$  lungo lo sviluppo dell’elemento si ottengono scalando il diagramma delle sollecitazioni flettenti ponendo nella sezione critica un momento agente pari a  $\gamma_{Rd} \cdot M_{Rd}$ .

Nel caso in esame si ha una lunghezza della zona critica pari a:

$$L_h \text{ zona critica} = 3,30 \text{ m}$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 002</td> <td>B</td> <td>123 di 149</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	123 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	123 di 149								

### 8.4.1.3 SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Le sollecitazioni di taglio si ottengono con il criterio della gerarchia delle resistenze, il quale conduce ad adottare come sollecitazione di calcolo:

$$V_{gr} = V_{Ed} \cdot \gamma_{Rd} \cdot M_{Rd}/M_{Ed} \leq q \cdot V_{Ed}$$

I valori di resistenza a taglio degli elementi in c,a, devono inoltre essere divisi per un coefficiente di sicurezza aggiuntivo nei confronti della rottura fragile  $\gamma_{Bd}$  valutato mediante la seguente espressione:

$$1 \leq \gamma_{Bd} = 1,25 + 1 - q \cdot V_{Ed}/V_{gr} \leq 1,25$$

La valutazione delle sollecitazioni di taglio da GR viene condotto nei paragrafi successivi relativi alle verifiche a taglio, a fronte dei valori resistenti ottenuti dalle successive verifiche a pressoflessione.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 124 di 149

## 8.4.2 SOLLECITAZIONI ALL'INTRADOSSO DEL PLINTO DI FONDAZIONE

Le sollecitazioni di calcolo relative alle combinazioni sismiche devono essere elaborate per tener conto delle indicazioni del §7.2.5[1]. Per gli elementi di fondazione il criterio della gerarchia delle resistenze si applica incrementando le azioni derivanti dagli elementi soprastanti di un fattore  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1.

*(In accordo con quanto prescritto nel §7.2.5 [1], per le strutture progettate in CD" B", il dimensionamento delle strutture di fondazione deve essere eseguito per valori di taglio e momento flettente pari ai valori resistenti degli elementi soprastanti. Tali valori hanno come limite superiore le sollecitazioni derivanti dalle analisi amplificate con un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD" B" e comunque non maggiori di quelle derivanti da un'analisi elastica della struttura eseguita con  $q$  pari a 1. A tal proposito per semplificazione e favore di sicurezza si assumono come valori di calcolo le sollecitazioni derivanti dall'analisi incrementate del coefficiente  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1).*

Rispetto alle sollecitazioni calcolate alla sezione di base del fusto pila, le sollecitazioni riportate all'intradosso del plinto di fondazione sono incrementate dei seguenti contributi:

- $P_{pl}$  peso proprio del plinto di fondazione [kN]
- $P_{terr}$  peso proprio del terreno di ricoprimento presente all'estradosso del plinto [kN]
- $I_{pl\_hor}$  forza di inerzia associata alla massa del plinto sul piano orizzontale ( $I_{pl,hor} = P_{pl} * PGA$ ) [kN]
- $I_{pl\_vert}$  forza di inerzia associata alla massa del plinto in direzione verticale ( $I_{pl,vert} = P_{pl} * a_{gv}$ ) [kN]

Nel secondo allegato alla presente relazione si riportano (in forma di tabelle) le sollecitazioni di calcolo riferite all'intradosso del plinto di fondazione. In particolare, tali valori sono riferiti alla fondazione della pila condizioni statiche più critiche all'interno del gruppo di sottostrutture preso in considerazione nella presente relazione.

## 8.4.1 SOLLECITAZIONI DISTRIBUITE IN TESTA AI PALI DI FONDAZIONE

Le caratteristiche di sollecitazione sul singolo palo sono state determinate a partire dalle sollecitazioni riportate all'intradosso del plinto di fondazione, secondo le seguenti relazioni (*distribuzione rigida delle sollecitazioni*):

$$N_{max} = F_3 / n_{pali} + ass(M_1) / W_{1palificata} + ass(M_2) / W_{2palificata}$$

$$N_{min} = F_3 / n_{pali} - ass(M_1) / W_{1palificata} - ass(M_2) / W_{2palificata}$$

$$H = \sqrt{((F_1 / n_{pali})^2 + (F_2 / n_{pali})^2)}$$

Nel secondo allegato alla presente relazione si riportano (in forma di tabelle) le sollecitazioni di calcolo distribuite in testa ai pali di fondazione, In particolare, tali valori sono riferiti alla fondazione della pila avente condizioni statiche più critiche all'interno del gruppo di sottostrutture preso in considerazione nella presente relazione.

## 9 VERIFICHE STRUTTURALI DEL FUSTO PILA

### 9.1 GEOMETRIA DELLA SEZIONE DI VERIFICA E ARMATURA

Si riporta a seguire una figura che illustra la geometria della sezione di verifica, nella quale è rappresentata un'armatura tipologica.

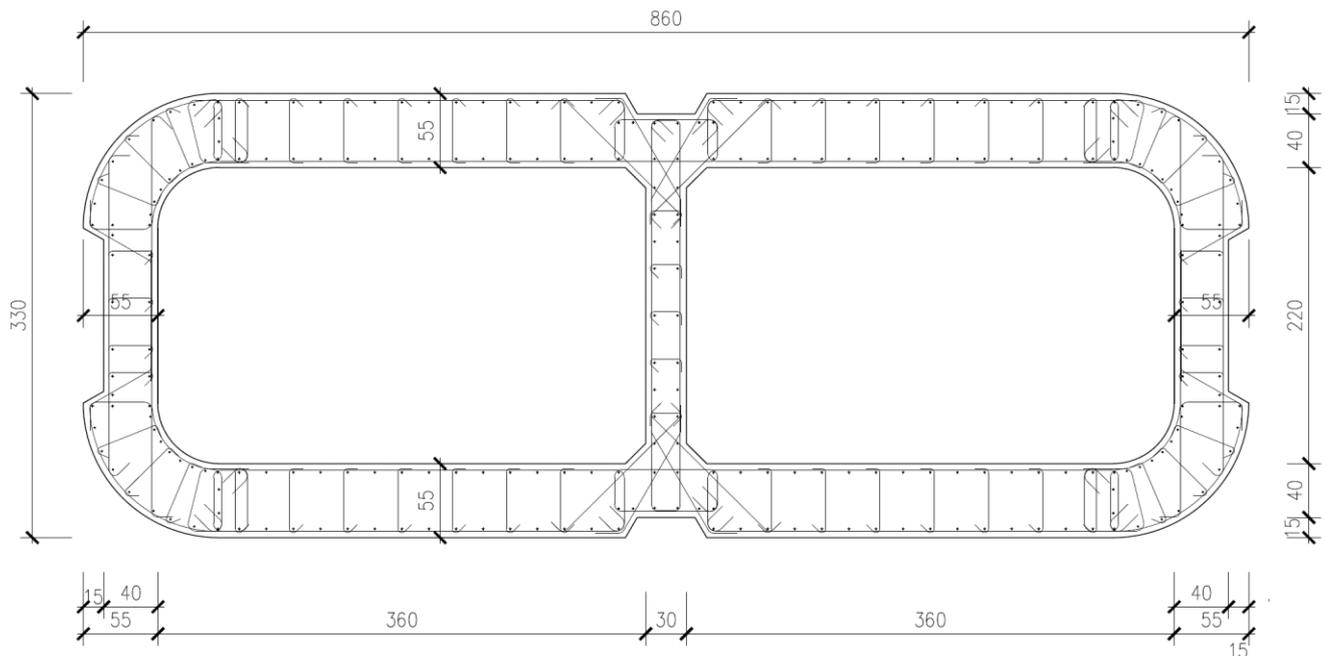


Figura 41 – Geometria della sezione trasversale della pila [cm]

#### 9.1.1 ARMATURA LONGITUDINALE

A seguire è indicata l'armatura flessionale prevista nella sezione di base del fusto pila, in termini di numero di barre presenti nello strato esterno (1° str.) e nello strato interno (2° str.) e loro diametro  $f_i$  [mm].

n barre (1° str.)	152
$f_i$ barre (1° str.)	20
n barre (2° str.)	134
$f_i$ barre (2° str.)	20

#### 9.1.2 ARMATURA TRASVERSALE

A seguire è indicata l'armatura a taglio prevista nella sezione di base del fusto pila, all'interno della zona critica.

### Direzione longitudinale

Staffe:			Spille:			Spille:		
$\varnothing w$	16	mm	$\varnothing w$	8	mm	$\varnothing w$	0	mm
A1b	200.96	mm <sup>2</sup>	A1b	50.24	mm <sup>2</sup>	A1b	7.85E-05	mm <sup>2</sup>
passo	80	mm	passo	80	mm	passo	80	mm
bracci	6		bracci	16		bracci	6	

### Direzione trasversale

Staffe:			Spille:			Spille:		
$\varnothing w$	16	mm	$\varnothing w$	8	mm	$\varnothing w$	0	mm
A1b	200.96	mm <sup>2</sup>	A1b	50.24	mm <sup>2</sup>	A1b	7.85E-05	mm <sup>2</sup>
passo	80	mm	passo	80	mm	passo	80	mm
bracci	4		bracci	6		bracci	2	

## 9.1.3 VERIFICA DELL'ARMATURA MINIMA

Le armature del fusto pila devono soddisfare le quantità minime indicate dalla normativa e che vengono riepilogate di seguito.

#### Armatura minima longitudinale:

- $\rho_{\min} = 0,60 \%$  (rif, §2.2.6 [3])

#### Armatura minima trasversale nelle zone critiche:

Secondo le indicazioni del §7.9.6.2 [1], nelle sezioni piene, le armature di confinamento per la duttilità nelle zone critiche non devono rispettare i limiti di normativa nei seguenti casi:

- se la sollecitazione ridotta risulta  $v_k \leq 0,08$ ;
- nel caso di sezioni a pareti sottili purché risulti  $v_k \leq 0,2$ , se è possibile raggiungere una duttilità in curvatura non inferiore a  $\mu_c = 12$  senza che la deformazione nel conglomerato superi il valore 0,0035;
- se il fattore di struttura non supera il valore 1,5.

In caso contrario è necessario disporre le seguenti quantità minime di armatura a confinamento:

- $\omega_{wd,r} = 0,33 \cdot A_c/A_{cc} v_k - 0,07 \geq 0,12$  per sezioni rettangolari
- $\omega_{wd,c} = 1,4 \cdot \omega_{wd,r}$  per sezioni circolari

La percentuale meccanica è definita dalle espressioni:

- $\omega_{wd,r} = A_{sw}/(s \cdot b) \cdot f_{yd}/f_{cd}$  per sezioni rettangolari

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	127 di 149

- $\omega_{wd,c} = 4 A_{sp} / (D_{sp} \cdot s) \cdot f_{yd} / f_{cd}$  per sezioni circolari

Secondo le indicazioni del §2,2,6 [3] invece deve verificarsi:

- $A_{sw} / (s \cdot b) \cdot f_{yd} / f_{cd} \geq \zeta$  per sezioni rettangolari
- $\rho_w \cdot f_{yd} / f_{cd} \geq 1,40 \cdot \zeta$  per sezioni circolari

con:

$\rho_w = V_{sc} / V_{cc}$  rapporto tra il volume complessivo delle armature di confinamento  $V_{sc}$  e volume di calcestruzzo confinato  $V_{cc}$ ;

$\zeta = 0,07$  per  $a_g \geq 0,35$  g;

$\zeta = 0,05$  per  $a_g \geq 0,25$  g;

$\zeta = 0,04$  per  $a_g \geq 0,15$  g;

$\zeta = 0,03$  per  $a_g < 0,15$  g.

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	128 di 149

Verifica armatura minima longitudinale secondo §2.2.6 [3]

$\rho_{min} =$	0.60%	
$A_c =$	11800000	mm <sup>2</sup>
$A_{s,min} =$	70800	mm <sup>2</sup>
n barre (1° str.)	152	
f <sub>i</sub> barre (1° str.)	20	
n barre (2° str.)	134	
f <sub>i</sub> barre (2° str.)	20	
$A_s$	89804	mm <sup>2</sup>
$\rho$	<b>0.76%</b>	requisito soddisfatto

Verifica armatura minima trasversale secondo §2.2.6 [3]

$a_g =$	0.266	g
$\zeta =$	0.05	
$\omega_{wd,r min} =$	0.05	
<u>Armatura in dir. longitudinale</u>		
$A_{sw/s staffe} =$	0.0151	m <sup>2</sup> /m
$A_{sw/s spille} =$	0.0100	m <sup>2</sup> /m
$b =$	8.60	m
$f_{yd} =$	391	MPa
$f_{cd} =$	18.13	MPa
$\omega_{wd,r} =$	<b>0.063</b>	requisito soddisfatto

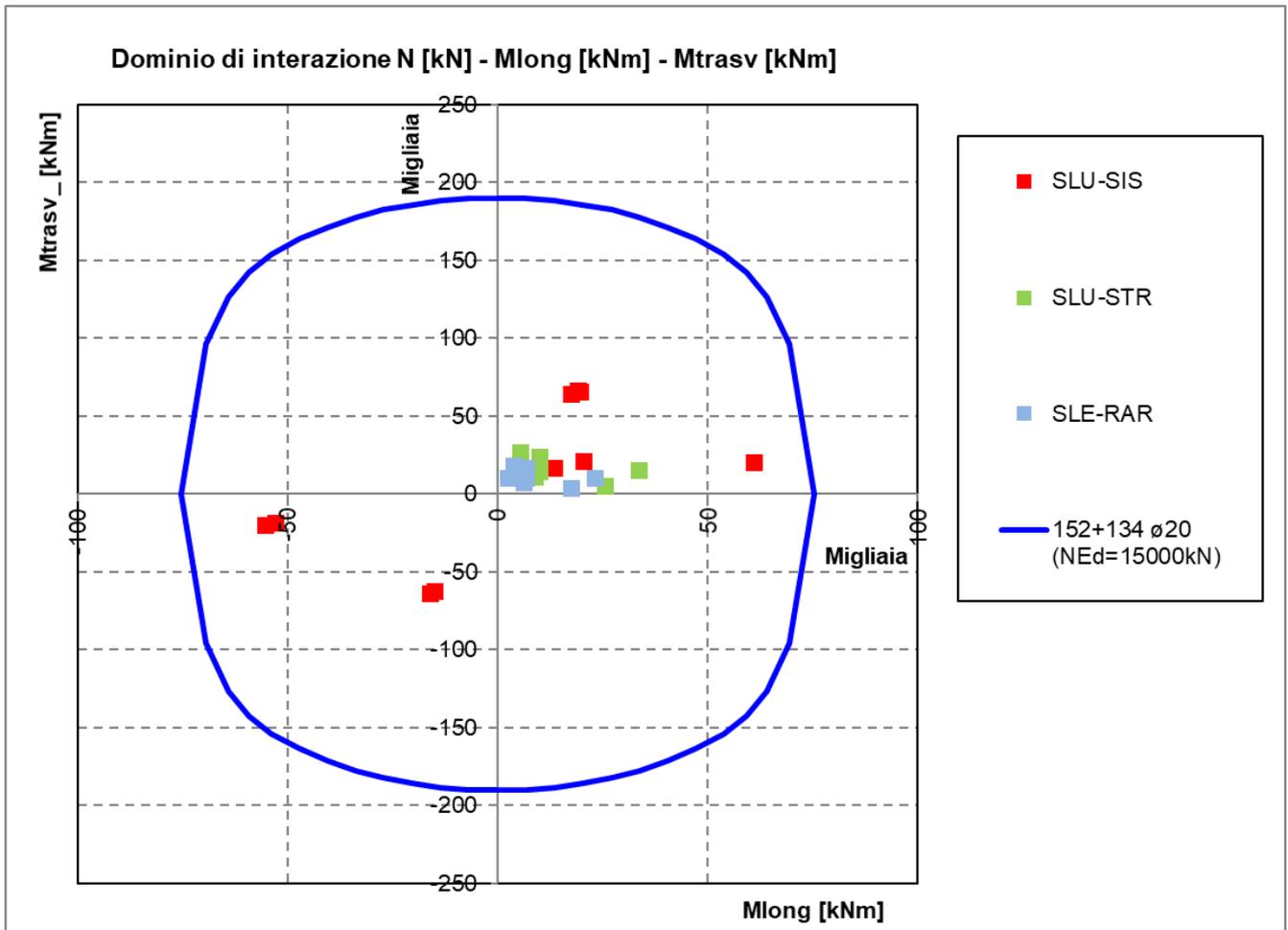
Armatura in dir. trasversale

$A_{sw/s staffe} =$	0.0100	m <sup>2</sup> /m
$A_{sw/s spille} =$	0.0038	m <sup>2</sup> /m
$b =$	3.30	m
$f_{yd} =$	391	MPa
$f_{cd} =$	18.13	MPa
$\omega_{wd,r} =$	<b>0.090</b>	requisito soddisfatto

L'armatura longitudinale di calcolo e l'armatura trasversale di calcolo rispettano le quantità minime indicate dalla normativa.

## 9.2 VERIFICA SLU A FLESSIONE

Sono riportate a seguire le verifiche SLU della sezione di base della pila, espresse in forma sintetica mediante il diagramma di interazione  $M_{long} - M_{trasv}$ , valutato per una forza assiale corrispondente alla condizione di verifica più severa.



La verifica SLU di tipo flessionale nelle sezioni critiche si effettua verificando che:

$$FS = (M_{Rd,long}^2 + M_{Rd,trasv}^2)^{0,5} / (M_{Ed,long}^2 + M_{Ed,trasv}^2)^{0,5} \geq 1$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 130 di 149

Il valore minimo del fattore di sicurezza FS è pari a

**FS**      **1.34**

La verifica è soddisfatta, in quanto  $FS > 1$ .

Nel secondo allegato alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa relative alla pila.

### 9.3 VERIFICA SLU A TAGLIO

Nel caso di sezioni rettangolari la verifica viene effettuata distintamente per le due direzioni longitudinale e trasversale,

Nel caso si sezione circolare si esegue la verifica per un valore del taglio pari a:

$$V = \sqrt{(F1^2 + F2^2)}$$

Per quanto riguarda le combinazioni sismiche, con riferimento ai criteri della GR e a quanto precedentemente dichiarato nel §8,3,2, si procede al calcolo del taglio agente di calcolo sulla base dei risultati delle verifiche flessionali,

$$V_{gr} = V_{Ed} \cdot \gamma_{Rd} \cdot M_{Rd}/M_{Ed} \leq q \cdot V_{Ed}$$

Il valore resistente a taglio della sezione si determina secondo le indicazioni del §4,1,2,1,3,2 [1]:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}; V_{Rsd})$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot A_{sw}/s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \text{sen } \alpha \quad \text{in cui}$$

d      altezza utile della sezione

b<sub>w</sub>    larghezza minima della sezione

A<sub>sw</sub>    area dell'armatura trasversale

s      interasse tra due armature trasversali consecutive

θ      inclinazione delle bielle di calcestruzzo

α      angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento

f<sub>cd</sub>'    resistenza a compressione ridotta (pari a 0,5 f<sub>cd</sub>)

α<sub>c</sub>    coefficiente maggiorativo che tiene conto della compressione

Nel caso di sezione circolare, le dimensioni della sezione rettangolare equivalente da utilizzare per il calcolo della resistenza a taglio della sezione si determinano secondo le indicazioni del §7,9,5,2,2 [1]:

$$d = r + 2 \cdot r_s / \pi$$

$$b = 0,9 \cdot 2 \cdot r$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 131 di 149

I valori di resistenza a taglio degli elementi in c,a, devono inoltre essere divisi per un coefficiente di sicurezza aggiuntivo nei confronti della rottura fragile  $\gamma_{Bd}$  valutato mediante la seguente espressione:

$$1 \leq \gamma_{Bd} = 1,25 + 1 - q \cdot V_{Ed} / V_{gr} \leq 1,25$$

Si riporta a seguire in forma sintetica la verifica più severa della sezione di base del fusto della pila

Il minimo valore del fattore di sicurezza  $FS = V_{Rd} / V_{Ed}$  è pari a

**FS**      **1.15**

La verifica è soddisfatta in quanto  $FS > 1$ .

Nel secondo allegato alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa relative alla pila.

## 9.4 VERIFICA SLE TENSIONALE

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua verificando che le massime tensioni agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0,55 f_{ck} = 18,3 \text{ MPa}$
- tensione limite nelle barre:  $\sigma_s = 0,75 f_{yk} = 337,5 \text{ MPa}$

per le combinazioni SLE-QPE:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0,40 f_{ck} = 13,3 \text{ MPa}$

Si riporta a seguire in forma sintetica la verifica più severa (in combinazione SLE-RAR) della sezione di base del fusto della pila avente maggiore altezza tra quelle comprese nel gruppo considerato nella presente relazione.

$\sigma_c$       **-3.8**      MPa

$\sigma_s$       **43.6**      MPa

La verifica è soddisfatta.

Nel secondo allegato alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 002</td> <td>B</td> <td>132 di 149</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	132 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	132 di 149								

## 9.5 VERIFICA SLE A FESSURAZIONE

La verifica SLE a fessurazione si effettua verificando che il massimo valore di apertura delle fessure risulti inferiore ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- apertura fessure limite:  $w_{lim} = w_1 = 0,20 \text{ mm}$

Si riporta a seguire in forma sintetica la verifica più severa (in combinazione SLE-RAR) della sezione di base del fusto della pila.

L'ampiezza massima delle fessure calcolata è pari a

wk      **0.070**      mm

Nel secondo allegato alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa.

## 9.6 VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI

Nel secondo allegato alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa relative alla pila.

## 10 VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE

### 10.1 GEOMETRIA DELLA SEZIONE DI VERIFICA E ARMATURA

Nelle tabelle seguenti sono descritte le caratteristiche geometriche della sezione di verifica dei pali di fondazione, nonché le caratteristiche di resistenza dei materiali.

<u>GEOMETRIA DELLA SEZIONE</u>		
Diametro del palo =	1500	mm
Copriferro netto c =	60	mm
Classe di resistenza calcestruzzo =	C25/30	Mpa
Classe di resistenza delle barre =	B450C	MPa

Nella seguente tabella sono descritte le caratteristiche geometriche dell'armatura flessionale e a taglio dei pali, con riferimento ad un tratto di lunghezza pari a  $10 \varnothing$  dalla sezione di testa, Sono inoltre verificati i requisiti minimi in termini di armatura flessionale a taglio.

<u>ARMATURA PER I PRIMI <math>10 \varnothing</math></u>		
<i>1° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	30	-
Diametro barre long.	30	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	89	mm
<i>2° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	30	-
Diametro barre long.	30	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	145	mm
<i>Armatura trasversale</i>		
Diametro barre trasv.	14	mm
Passo arm. trasv.	200	mm
Diametro corona esterna =	1366	mm
<u>VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.</u>		
$r_{min}$ =	1.00%	
$A_c$ =	1767146	mm <sup>2</sup>
$A_{s,min}$ =	17671	mm <sup>2</sup>
Armatura long. tot $A_{sd,tot}$ =	42412	mm <sup>2</sup>
$\rho_l$ =	2.40%	ok

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	134 di 149

ARMATURA PER LA LUNGHEZZA RESTANTE

*1° strato di armatura longitudinale*

Numero barre long.	30	-
Diametro barre long.	18	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	81	mm

*Armatura trasversale*

Diametro barre trasv.	12	mm
Passo arm. trasv.	200	mm
Diametro corona esterna =	1368	mm

VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.

$r_{min} =$	0.40%	
$A_c =$	1767146	mm <sup>2</sup>
$A_{s,min} =$	7069	mm <sup>2</sup>
Armatura long. tot $A_{sd,tot} =$	7634	mm <sup>2</sup>
$r_t =$	0.43%	
	ok	

	Armatura longitudinale							
	Gabbia 1		Gabbia 2		Gabbia 3		Gabbia 4	
	n.	Ø (mm)	n.	Ø (mm)	n.	Ø (mm)	n.	Ø (mm)
Pila 2	30+30	30	30	30	30	18	30	18
Pila 3	30+30	30	30	30	30	18	30	18
Pila 18	30+30	30	30	30	30	18	30	18
Pila 22	30+30	30	30	30	30	18	30	18
Pila 23	30+30	30	30	30	30	18	30	18
Pila 24	30+30	30	30	30	30	18	30	18

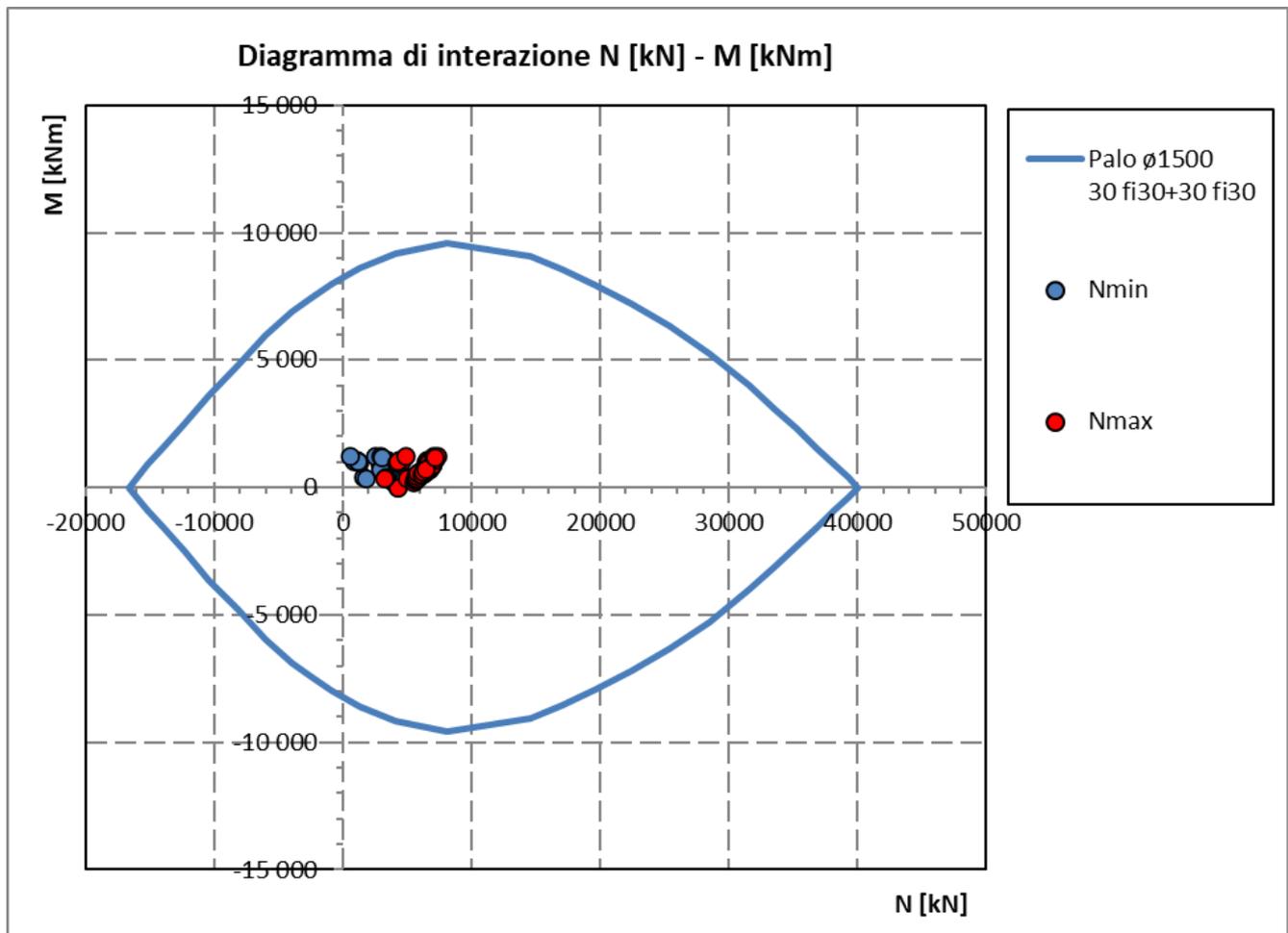
Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	135 di 149

## 10.2 VERIFICA SLU A PRESSOFLESSIONE

Sono riportate a seguire le verifiche SLU della sezione di sommità del palo maggiormente sollecitato, espresse in forma sintetica mediante il diagramma di interazione N [kN] – M [kNm].

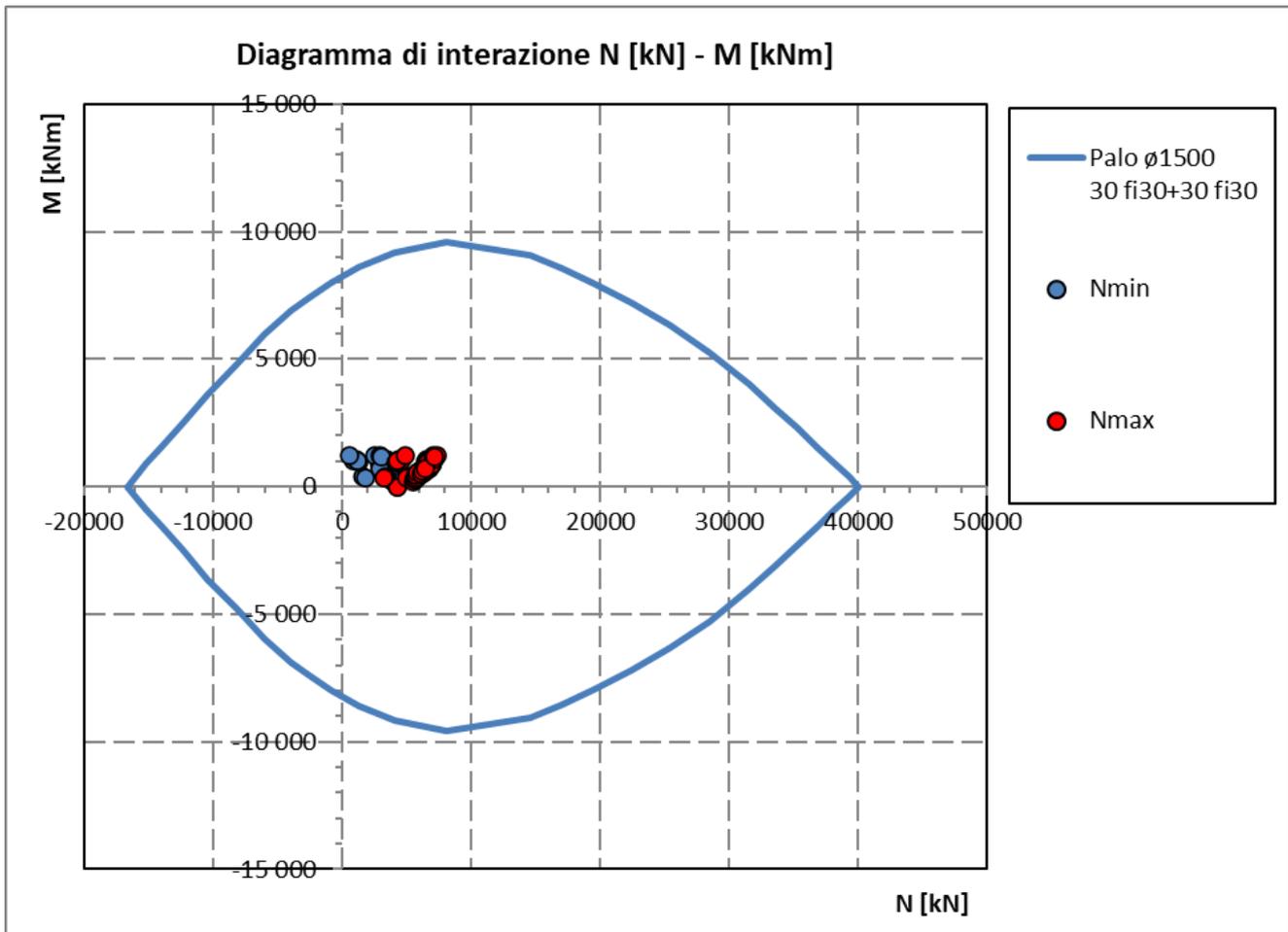
### Verifiche SLU in condizioni statiche



Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

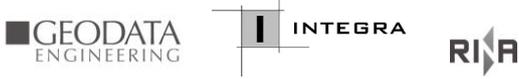
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	136 di 149

Verifiche SLV in condizioni sismiche



Le verifiche sono soddisfatte in quanto le coppie N-M delle sollecitazioni agenti nella sezione di verifica sono interne al dominio di resistenza per ogni condizione di carico indagata.

Nel secondo allegato alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa relative alla pila.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 137 di 149

## 10.3 VERIFICA SLU A TAGLIO

Nel caso di sezione circolare si esegue la verifica per un valore del taglio pari a:

$$V = \sqrt{(F1^2 + F2^2)}$$

Per quanto riguarda le combinazioni sismiche, con riferimento ai criteri della GR e a quanto precedentemente dichiarato nel §8,3,2, si procede al calcolo del taglio agente di calcolo sulla base dei risultati delle verifiche flessionali,

$$V_{gr} = V_{Ed} \cdot \gamma_{Rd} \cdot M_{Rd}/M_{Ed} \leq q \cdot V_{Ed}$$

Il valore resistente a taglio della sezione si determina secondo le indicazioni del §4,1,2,1,3,2 [1]:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}; V_{Rsd})$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot A_{sw}/s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \sin \alpha$$

in cui

- d altezza utile della sezione
- b<sub>w</sub> larghezza minima della sezione
- A<sub>sw</sub> area dell'armatura trasversale
- s interasse tra due armature trasversali consecutive
- θ inclinazione delle bielle di calcestruzzo
- α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento
- f<sub>cd</sub>' resistenza a compressione ridotta (pari a 0,5 f<sub>cd</sub>)
- α<sub>c</sub> coefficiente maggiorativo che tiene conto della compressione

Nel caso di sezione circolare, le dimensioni della sezione rettangolare equivalente da utilizzare per il calcolo della resistenza a taglio della sezione si determinano secondo le indicazioni del §7.9.5.2.2 [1]:

$$d = r + 2 \cdot r_s / \pi$$

$$b = 0,9 \cdot 2 \cdot r$$

Si riporta a seguire in forma sintetica la verifica più severa (in combinazione SLV-SIS) relativa alla pila.

Il minimo valore del fattore di sicurezza FS = V<sub>Rd</sub> / V<sub>Ed</sub> è pari a

**FS 1.16**

La verifica è soddisfatta, in quanto FS > 1.

Negli allegati alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa relative alla pila.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 002</td> <td>B</td> <td>138 di 149</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	138 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	138 di 149								

## 10.4 VERIFICA SLE TENSIONALE

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua verificando che le massime tensioni agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0,55 f_{ck} = 13,7 \text{ MPa}$
- tensione limite nelle barre:  $\sigma_s = 0,75 f_{yk} = 337,5 \text{ MPa}$

per le combinazioni SLE-QP:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0,40 f_{ck} = 10,0 \text{ MPa}$

Si riporta a seguire in forma sintetica la verifica più severa (in combinazione SLE-RAR) relativa alla pila.

$\sigma_c$       **-2.5**      MPa  
 $\sigma_s$       **28.2**      MPa

La verifica è soddisfatta.

Negli allegati alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa.

## 10.5 VERIFICA SLE A FESSURAZIONE

La verifica SLE a fessurazione si effettua verificando che il massimo valore di apertura delle fessure risulti inferiore ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- apertura fessure limite:  $w_{lim} = w_1 = 0,30 \text{ mm}$

Si riporta a seguire in forma sintetica la verifica più severa (in combinazione SLE-RAR) relativa alla pila.

L'ampiezza massima delle fessure calcolata è pari a

Non si presenta formazione di fessure poiché:

$$\sigma_c < f_{ctm}/1.2 = 2.56 \text{ MPa} / 1.2 = 2.13 \text{ MPa} \quad (\text{rif. § 4.1.2.2.4.1. [1]})$$

Negli allegati alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa.

## 11 VERIFICHE STRUTTURALI DEL PLINTO DI FONDAZIONE

### 11.1 VERIFICHE SLU-SLE CON MECCANISMO TIRANTE-PUNSTONE

La verifica strutturale del plinto viene condotta a seguire impiegando un modello tirante-puntone, come quello rappresentato nella figura seguente, tratta da §C4.1.2.1.5 [2].

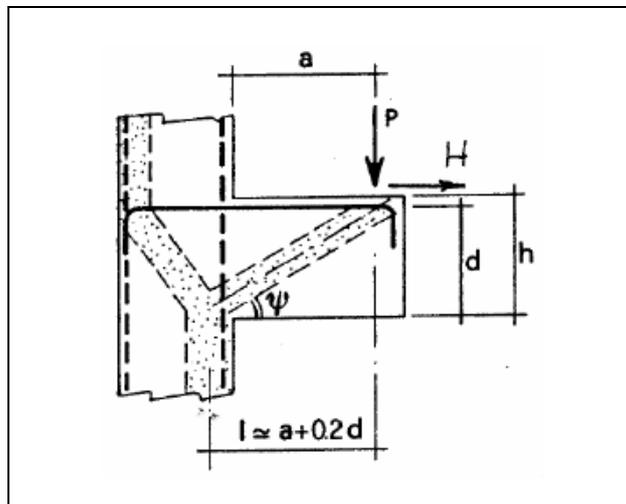


Figura 42 – Meccanismo tirante puntone della mensola tozza

Si distinguono due meccanismi di tipo tirante-puntone principali nel plinto di fondazione, illustrati nelle figure seguenti e descritti a seguire:

- un primo meccanismo è innescato dalle azioni trasmesse al plinto dai pali centrali e coinvolge un tirante-puntone parallelo alla direzione longitudinale (evidenziato in verde). Tale meccanismo coinvolge la sola armatura longitudinale inferiore del plinto.
- un secondo meccanismo coinvolge i pali di spigolo ed innesca un tirante-puntone con direzione diagonale (evidenziato in rosso), individuata da un angolo  $\alpha$  misurato rispetto alla direzione trasversale. Tale meccanismo coinvolge sia l'armatura longitudinale inferiore del plinto che l'armatura trasversale, pertanto, ai fini delle verifiche del tirante di armatura e della biella di calcestruzzo, si considera composto dalla somma vettoriale di due meccanismi ortogonali disaccoppiati.

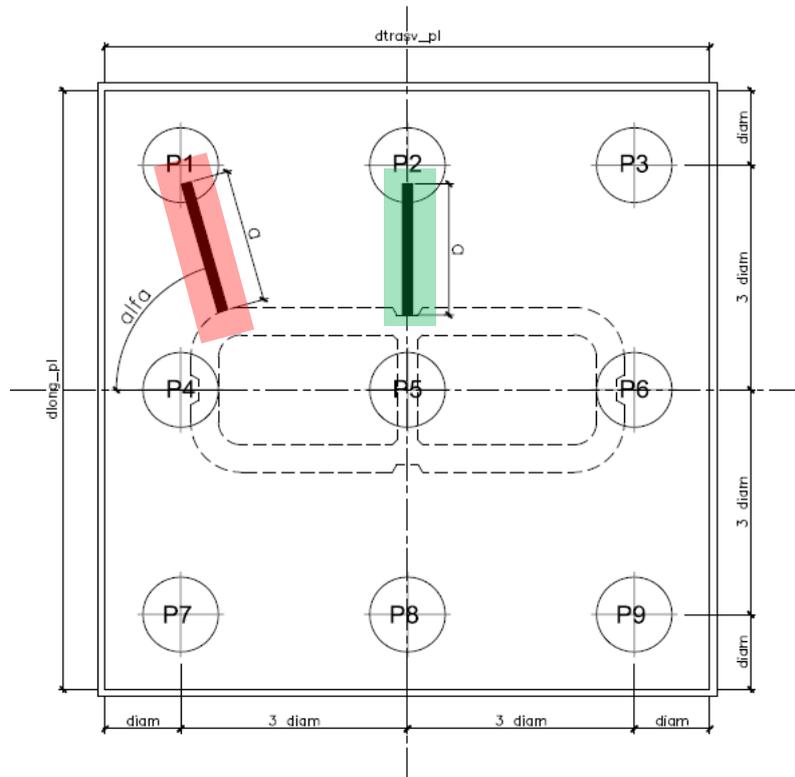


Figura 43 – Vista in pianta - Tirante-puntone longitudinale (verde) e diagonale (rosso) –  $\alpha = 74^\circ$

A seguire si riporta una immagine che illustra, in una vista in sezione, la geometria di un generico meccanismo tirante puntone che si innesca nel plinto per azione dei carichi concentrati trasmessi dai pali di fondazione.

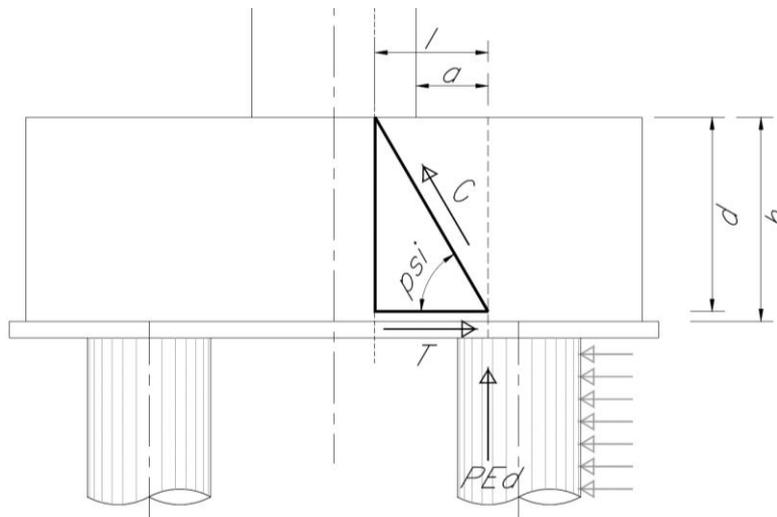


Figura 44 – Tirante puntone - Biella compressa di calcestruzzo C e tirante di armatura T

La forza di taglio di calcolo  $H_{Ed}$  agente alla testa del palo si trascura in via conservativa, in quanto il suo effetto ridurrebbe la trazione nel tirante inferiore d'armatura, essendo tale azione di taglio indotta dalla reazione del terreno.

Ai fini delle successive verifiche, le azioni concentrate  $P_{Ed}$  [kN] trasmesse dai pali al plinto sono assunte pari alle forze assiali agenti in testa al palo  $N_{max}$  [kN], ridotte della quota parte spettante ad ogni palo del peso del plinto  $P_{pl}$  [kN] e del peso del rinterro  $P_{terr}$  [kN] presente all'estradosso del plinto:

$$P_{Ed} = N_{max} - (P_{pl} + P_{terr}) / n_{pali}$$

La larghezza della sezione resistente del tirante di armatura e della biella compressa ( $B_{eff}$  = larghezza efficace) viene assunta pari a:

- per i pali centrali all'interasse pali  $i$  ( $B_{eff} = i = 3 \text{ diam}$ );
- per i pali di bordo a metà interasse pali  $i$  più la distanza dal bordo  $d_b$  ( $B_{eff} = i / 2 + d_b = 2,5 \text{ diam}$ ).

L'altezza della sezione della biella compressa viene assunta pari a

$$h_c = 0,4 c d \sin \psi \text{ (si assume } c = 1 \text{ per elementi privi di staffatura)}$$

in conformità a quanto riportato in §C4.1.2.1.5 [2].

## 11.1.1 GEOMETRIA DEL TIRANTE-PUNTONONE

### 11.1.1.1 TIRANTE – PUNTONONE IN DIREZIONE DIAGONALE

a	2.67	m
h	2.50	m
d	2.42	m
l	3.15	m

tan psi	0.77	
psi	<b>37.5</b>	°

### 11.1.1.2 TIRANTE – PUNTONONE IN DIREZIONE LONGITUDINALE

a	2.62	m
h	2.50	m
d	2.42	m
l	3.10	m

tan psi	0.78	
psi	<b>38.0</b>	°

### 11.1.2 SEZIONE DEL TIRANTE DI ARMATURA E DELLA BIELLA COMPRESSA

Con riferimento alla figura seguente, l'armatura prevista nel plinto di fondazione è descritta a seguire:

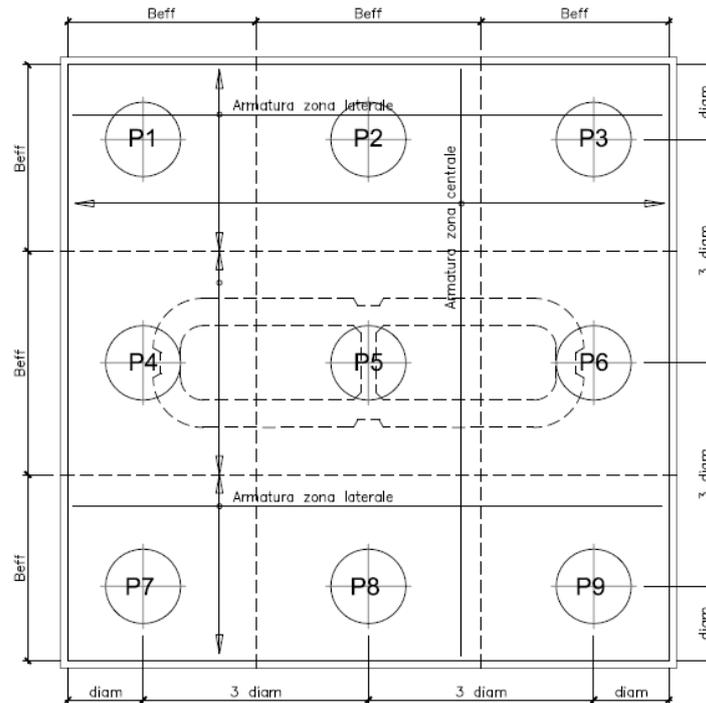


Figura 45 – Plinto di fondazione – Armatura longitudinale inferiore e superiore

Il tirante d'armatura impiegato nelle verifiche è descritto nella tabella seguente.

	Armatura inferiore di verifica			Armatura superiore di verifica			
	Zona laterale		Zona centrale	Zona laterale		Zona centrale	
	dir. Long.	dir. Trasv.	dir. Long.	dir. Long.	dir. Trasv.	dir. Long.	
Beff	3.75	3.75	4.5	3.75	3.75	4.5	[m]
øbarre	2.80	2.00	2.80	2.60	2.00	2.60	[cm]
ibarre	0.15	0.15	0.15	0.30	0.30	0.30	[m]
nstrati	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	
nbarre	50	50	60	25	12	30	
A1b	6.15	3.14	6.15	5.31	3.14	5.31	[cm <sup>2</sup> ]
Atot	308	157	369	133	38	159	[cm <sup>2</sup> ]

La sezione della biella compressa di calcestruzzo impiegata nelle verifiche è descritta nella tabella seguente.

	Biella inferiore di verifica		Biella superiore di verifica		
	Zona laterale	Zona centrale	Zona laterale	Zona centrale	
	dir. Long.	dir. Long.	dir. Long.	dir. Long.	
Bc	3.75	4.50	3.75	4.50	[m]
hc	0.59	0.60	0.59	0.60	[m]
Ac	2.21	2.68	2.21	2.68	[m2]

### 11.1.3 VERIFICHE SLU DELLE TENSIONI NORMALI

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua verificando che le massime tensioni agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLU e SLV:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = f_{cd}' = 0,5 f_{cd} = 8,2 \text{ MPa}$
- tensione limite nelle barre:  $\sigma_s = f_{yd} = 391 \text{ MPa}$

Si riportano a seguire in forma sintetica le verifiche più severe dei meccanismi tirante-puntone che si innescano nel plinto della pila.

	Nmax	PEd	T	$\sigma_{s\_long}$	$\sigma_{s\_trasv}$	< fyd	C	$\sigma_c$	< fcd'
<b>SIS-SLV</b>	7851	6594	8588	268	151	VERO	10828	4.9	VERO
	kN	kN	kN	Mpa	Mpa		kN	Mpa	

Negli allegati alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa relative al plinto della pila.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0505 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">144 di 149</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	144 di 149
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	144 di 149								

### 11.1.4 VERIFICHE SLE DELLE TENSIONI NORMALI

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua verificando che le massime tensioni agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0,55 f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}$
- tensione limite nelle barre:  $\sigma_s = 0,75 f_{yk} = 337,5 \text{ MPa}$

per le combinazioni SLE-QPE:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0,40 f_{ck} = 11,6 \text{ MPa}$

Si riportano a seguire in forma sintetica le verifiche più severe dei meccanismi tirante-puntone che si innescano nel plinto della pila.

	Nmax	PEd	T	$\sigma_{s\_long}$	$\sigma_{s\_trasv}$	< 0.75 $f_{yk}$	C	$\sigma_c$	< $f_{ck}'$
<b>SLE-RAR</b>	5124	3867	5036	157	88	VERO	6350	2.9	VERO
	kN	kN	kN	Mpa	Mpa		kN	Mpa	

Negli allegati alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa relative al plinto della pila.

### 11.2 VERIFICA SLU A PUNZONAMENTO

Il valore resistente a taglio-punzamento della sezione si determina secondo le indicazioni del §4,1,2,1,3,1 e 4 [1]:

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c} / u \quad \text{in cui}$$

$$V_{Rd,c} = (0,18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d$$

u = perimetro efficace per la verifica a taglio-punzamento

d = altezza utile della sezione

$b_w$  = larghezza minima della sezione

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w d)$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$$

Conservativamente, la verifica è stata sempre riferita al palo di bordo maggiormente sollecitato e lo sviluppo del perimetro efficace u è stato definito considerando una distanza dall'impronta caricata (coincidente con la sezione di testa del palo) pari a  $d = a * 0,9 * H_{pl}$  ( $H_{pl}$  = altezza plinto,  $a < 2$ ), come illustrato nella seguente figura.

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	145 di 149

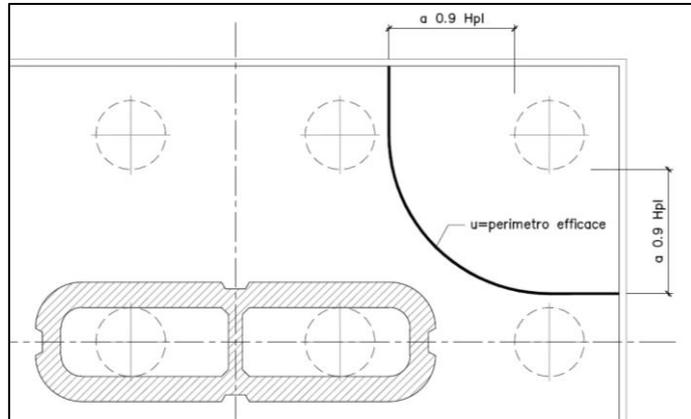


Figura 46 – Perimetro efficace per la verifica a taglio punzonamento

Si riporta a seguire in forma sintetica la verifica più severa (in combinazione SLV-SIS) a taglio-punzonamento della fondazione della pila.

Ved	6594	kN
u	11.7	m
vEd	0.233	MPa
vRd,c	<b>0.315</b>	MPa

Negli allegati alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa.

### 11.3 VERIFICA SLE A FESSURAZIONE

La verifica SLE a fessurazione si effettua verificando che il massimo valore di apertura delle fessure risulti inferiore ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- apertura fessure limite:  $w_{lim} = w_1 = 0,30 \text{ mm}$

Si riporta a seguire in forma sintetica la verifica più severa (in combinazione SLE-RAR) della pila.

L'ampiezza massima delle fessure calcolata è pari a

wk	<b>0.267</b>	mm
----	--------------	----

Negli allegati alla presente relazione sono riportate le verifiche in forma completa.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 002	REV. B	FOGLIO 146 di 149

## 12 EFFETTO DELLO SCALZAMENTO

Nel presente paragrafo è valutata la spinta idrodinamica esercitata dall'acqua corrente del fiume Calore-Torallo sulle sottostrutture dell'opera, nella particolare condizione di verifica che prevede la presenza di scalzamento alla base delle pile.

Gli effetti dello scalzamento sono stati valutati nella relazione idrologica per la massima piena ( $T_r = 300$  anni) e le profondità di erosione, valutate in corrispondenza di ogni pila, sono riportate a seguire in forma tabellare.

Secondo § 2.5.9.3 del MdP "RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di progettazione delle opere civili parte II - Sezione 2 - Ponti e strutture" la condizione di verifica con presenza di scalzamento associato alla massima piena è considerata una condizione eccezionale e come tale è associata alla seguente combinazione delle azioni:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

in cui si deve assumere il coefficiente di combinazione dei carichi da traffico pari a  $\psi_{2j} = 0.2$ .

Si osserva che tale combinazione dei carichi è analoga a quella adottata in fase sismica, a meno, ovviamente, della azione sismica stessa.

Alla luce di questo è legittimo confrontare direttamente il valore dell'azione orizzontale indotta dalla azione sismica con il valore della spinta idrodinamica valutata in presenza di scalzamento per la massima piena. Nel caso in cui tale spinta idrodinamica risulti inferiore all'azione sismica di progetto, l'intera sottostruttura si considera automaticamente verificata anche nella condizione eccezionale con presenza di scalzamento.

Si osserva che nei casi in cui la profondità di erosione per scalzamento è tale da esporre i pali di fondazione, è necessario svolgere delle ulteriori verifiche strutturali e geotecniche degli stessi, poiché lo scalzamento altera lo schema geotecnico del terreno di fondazione (palo scalzato in sommità).

Si definiscono:

$H_{tir}$	tirante idraulico [m]
$H_{terr}$	altezza di ricorpimento di terreno ad estradosso plinto [m]
$H_{pl}$	spessore plinto [m]
$H_{scalz}$	profondità di erosione da p.c. [m]
$H_{scalz}^*$	profondità di erosione da testa palo. [m]
$H_{idr}$	altezza esposta alla pressione idrodinamica (di pila o del plinto) [m]
$B_{idr}$	larghezza esposta alla pressione idrodinamica (di pila o del plinto) [m]
$v$	velocità dell'acqua [m/s]
$\rho_w$	densità dell'acqua [ $kN \cdot s^2/m^4$ ]
$p$	pressione idrodinamica [ $kN/m^2$ ]
$p_{pila}$	pressione idrodinamica sulla pila [ $kN/m^2$ ]
$p_{plinto}$	pressione idrodinamica sul plinto [ $kN/m^2$ ]

Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	147 di 149

La pressione idrodinamica si valuta come:

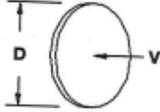
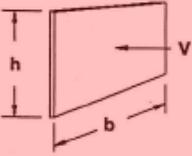
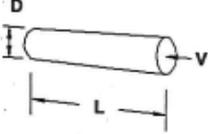
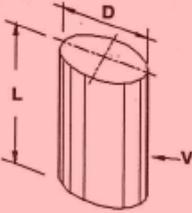
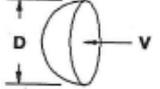
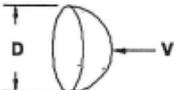
$$p = \frac{1}{2} C_d \rho_w v^2$$

Il coefficiente Cd si assume conservativamente pari a:

$$C_{d1} = 1.2 \quad \text{per le pile}$$

$$C_{d2} = 1.9 \quad \text{per i plinti}$$

pari ai valori più severi da tabella seguente.

Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente $C_D$
	$> 10^3$	---	1.12
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} = \begin{matrix} 1 \\ 5 \\ 10 \\ \infty \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1.16 \\ 1.20 \\ 1.50 \\ 1.90 \end{matrix}$
	$> 10^3$	$\frac{L}{D} = \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 4 \\ 7 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1.12 \\ 0.91 \\ 0.85 \\ 0.87 \\ 0.99 \end{matrix}$
	$10^5$	$\frac{L}{D} = \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 5 \\ 10 \\ 20 \\ 40 \\ \infty \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0.63 \\ 0.68 \\ 0.74 \\ 0.82 \\ 0.90 \\ 0.98 \\ 1.20 \end{matrix}$
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} = \begin{matrix} 5 \\ \infty \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0.35 \\ 0.34 \end{matrix}$
	$> 10^3$	---	1.33
	$> 10^3$	---	0.34

**Pila P02-P03-P18-P22-P23-P24: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 002	B	148 di 149

La risultante della pressione idrodinamica agente su pila e plinto è quindi pari a:

$$F_{w1} = p_1 * H_{idr\_pila} * B_{idr\_pila} \quad \text{spinta sul fusto pila esposto [kN]}$$

$$F_{w2} = p_2 * H_{idr\_plinto} * B_{idr\_plinto} \quad \text{spinta sul plinto esposto [kN]}$$

$$F_{w,tot} = F_{w1} + F_{w2}$$

La seguente tabella sintetizza i risultati ottenuti per le pile oggetto della presente relazione:

						pw	
						1	
						kN*s2/m4	
	Htir	Hterr	Hpl	Hscalz	Hscalz*	v	p
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s2]	[kN/m2]
<b>Pila 2</b>	1.0	1.1	2.5	1.82	-	0.20	0.02
<b>Pila 3</b>	1.5	1.0	2.5	1.93	-	0.20	0.02
<b>Pila 18</b>	2.2	0.8	2.5	1.79	-	0.20	0.02
<b>Pila 22</b>	1.7	1.0	2.5	2.77	-	0.40	0.08
<b>Pila 23</b>	1.5	1.0	2.5	2.95	-	0.45	0.10
<b>Pila 24</b>	1.5	1.0	2.5	2.72	-	0.40	0.08

Cd1	Cd2
1.2	1.9
-	-

p_pila	Hidr_pila	Bidr_pila	Fw1	p_plinto	Hidr_plinto	Bidr_plinto	Fw2	Fw_tot	Mw_tot
[kN/m2]	[m]	[m]	[kN]	[kN/m2]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
0.02	2.1	3.30	0	0.04	0.72	12	0	0	1
0.02	2.5	3.30	0	0.04	0.93	12	0	1	1
0.02	3	3.30	0	0.04	0.99	12	0	1	1
0.10	2.7	3.30	1	0.15	1.77	12	3	4	6
0.12	2.5	3.30	1	0.19	1.95	12	5	6	8

I valori di  $F_{w,tot}$  sono inferiori all'azione sismica SLV agente in direzione trasversale, valutata nel § 8.2 della presente relazione, quindi la verifica dell'intera sottostruttura in presenza di scalzamento per massima piena si considera automaticamente soddisfatta.

## 13 INCIDENZE

Incidenza pulvino:	150 kg/m <sup>3</sup>
Incidenza fusto:	200 kg/m <sup>3</sup>
Incidenza platea:	100 kg/m <sup>3</sup>
Incidenza pali:	150 kg/m <sup>3</sup>

# ALLEGATO 1

---











NOME COMB.	G - Permanenti			Q1 - Variabili verticali							Q2 - Avviamento e frenatura							Q3 - Centrifuga							Q4 - Serpeggio							Q5 - Variabili Q6 - Azioni interne Q7 - Effetti d'interazione			E - Azioni sismiche			Descrizione		
	G1	G2	G22	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q51	Q61	Q71	E1	E2	E3			
SLU-SIS-044	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	0,3	E2	gruppo 3		
SLU-SIS-045	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	0,3	E2	gruppo 3
SLU-SIS-046	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	0,3	E2	gruppo 3	
SLU-SIS-047	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	0,3	E2	gruppo 3	
SLU-SIS-048	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,2	0,3	1	0,3	E2	gruppo 3	
SLU-SIS-049	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0,2	0,3	1	0,3	E2	gruppo 3	
SLU-SIS-050	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0,2	0,3	1	0,3	E2	gruppo 3-2
SLU-SIS-051	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1	-0,3	E2	solo perm	
SLU-SIS-052	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	0,3	1	-0,3	E2	termica	
SLU-SIS-053	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	0,3	1	-0,3	E2	termica		
SLU-SIS-054	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1	-0,3	E2	solo vert		
SLU-SIS-055	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 1		
SLU-SIS-056	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 1		
SLU-SIS-057	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 1		
SLU-SIS-058	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 1		
SLU-SIS-059	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 1			
SLU-SIS-060	1	1	1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 1		
SLU-SIS-061	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 3		
SLU-SIS-062	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 3		
SLU-SIS-063	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 3		
SLU-SIS-064	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 3		
SLU-SIS-065	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 3		
SLU-SIS-066	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 3			
SLU-SIS-067	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0,2	0,3	1	-0,3	E2	gruppo 3-2	
SLU-SIS-068	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	1	E3	solo perm		
SLU-SIS-069	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	0,3	0,3	1	E3	termica			
SLU-SIS-070	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	0,3	0,3	1	E3	termica				
SLU-SIS-071	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	1	E3	solo vert			
SLU-SIS-072	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-073	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-074	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-075	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-076	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-077	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-078	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 3			
SLU-SIS-079	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 3			
SLU-SIS-080	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 3		

NOME COMB.	G - Permanenti			Q1 - Variabili verticali							Q2 - Avviamento e frenatura							Q3 - Centrifuga							Q4 - Serpeggio							Q5 - Variabili Q6 - Azioni interne Q7 - Effetti d'interazione			E - Azioni sismiche			Descrizione	
	G1	G2	G22	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q51	Q61	Q71	E1	E2	E3		
SLU-SIS-081	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 3
SLU-SIS-082	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 3
SLU-SIS-083	1	1	1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 3			
SLU-SIS-084	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0,2	0,3	0,3	1	E3	gruppo 3-2		
SLU-SIS-085	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	-1	E3	solo perm	
SLU-SIS-086	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	0,3	0,3	-1	E3	termica			
SLU-SIS-087	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	0,3	0,3	-1	E3	termica				
SLU-SIS-088	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	-1	E3	solo vert		
SLU-SIS-089	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-090	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-091	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 1				
SLU-SIS-092	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 1				
SLU-SIS-093	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-094	1	1	1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-095	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 3			
SLU-SIS-096	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 3			
SLU-SIS-097	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 3			
SLU-SIS-098	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 3			
SLU-SIS-099	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 3				
SLU-SIS-100	1	1	1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 3			
SLU-SIS-101	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0,2	0,3	0,3	-1	E3	gruppo 3-2			
SLU-SIS-102	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-0,3	0,3	E1	solo perm				
SLU-SIS-103	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	termica				
SLU-SIS-104	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	termica				
SLU-SIS-105	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 1				
SLU-SIS-106	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 1				
SLU-SIS-107	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 1				
SLU-SIS-108	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 1				
SLU-SIS-109	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 1			
SLU-SIS-110	1	1	1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 1				
SLU-SIS-111	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 3				
SLU-SIS-112	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 3				
SLU-SIS-113	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 3				
SLU-SIS-114	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 3				
SLU-SIS-115	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 3			
SLU-SIS-116	1	1	1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 3				
SLU-SIS-117	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0,5	-1	-0,3	0,3	E1	gruppo 3-2			

NOME COMB.	G - Permanenti			Q1 - Variabili verticali							Q2 - Avviamento e frenatura							Q3 - Centrifuga							Q4 - Serpeggio							Q5 - Variabili Q6 - Azioni interne Q7 - Effetti d'interazione			E - Azioni sismiche			Descrizione			
	G1	G2	G22	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q51	Q61	Q71	E1	E2	E3				
SLU-SIS-118	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-0,3	-0,3	E1	solo perm	
SLU-SIS-119	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	-0,3	E1	termica
SLU-SIS-120	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-1	-0,3	-0,3	E1	termica	
SLU-SIS-121	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-0,3	-0,3	E1	solo vert	
SLU-SIS-122	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 1	
SLU-SIS-123	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 1	
SLU-SIS-124	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 1		
SLU-SIS-125	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 1		
SLU-SIS-126	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 1		
SLU-SIS-127	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 1		
SLU-SIS-128	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 3	
SLU-SIS-129	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 3		
SLU-SIS-130	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 3		
SLU-SIS-131	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 3		
SLU-SIS-132	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 3		
SLU-SIS-133	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 3				
SLU-SIS-134	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0,2	-1	-0,3	-0,3	E1	gruppo 3-2		
SLU-SIS-135	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-1	0,3	E2	solo perm	
SLU-SIS-136	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-0,3	-1	0,3	E2	termica		
SLU-SIS-137	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-0,3	-1	0,3	E2	termica			
SLU-SIS-138	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-1	0,3	E2	solo vert	
SLU-SIS-139	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	E2	gruppo 1			
SLU-SIS-140	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	E2	gruppo 1			
SLU-SIS-141	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	E2	gruppo 1			
SLU-SIS-142	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	E2	gruppo 1			
SLU-SIS-143	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	E2	gruppo 1			
SLU-SIS-144	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	E2	gruppo 1				
SLU-SIS-145	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	G1+G2	gruppo 3			
SLU-SIS-146	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	G1+G2	gruppo 3			
SLU-SIS-147	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	G1+G2	gruppo 3			
SLU-SIS-148	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	G1+G2	gruppo 3				
SLU-SIS-149	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	G1+G2	gruppo 3				
SLU-SIS-150	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	G1+G2	gruppo 3				
SLU-SIS-151	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0,2	-0,3	-1	0,3	E2	gruppo 3-2			
SLU-SIS-152	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-1	-0,3	E2	solo perm	
SLU-SIS-153	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-0,3	-1	-0,3	E2	termica				
SLU-SIS-154	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-0,3	-1	-0,3	E2	termica				

NOME COMB.	G - Permanenti			Q1 - Variabili verticali							Q2 - Avviamento e frenatura							Q3 - Centrifuga							Q4 - Serpeggio							Q5 - Variabili Q6 - Azioni interne Q7 - Effetti d'interazione			E - Azioni sismiche			Descrizione		
	G1	G2	G22	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q51	Q61	Q71	E1	E2	E3			
SLU-SIS-155	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-1	-0,3	E2	solo vert
SLU-SIS-156	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 1
SLU-SIS-157	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 1	
SLU-SIS-158	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 1		
SLU-SIS-159	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 1		
SLU-SIS-160	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 1		
SLU-SIS-161	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 1			
SLU-SIS-162	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 3		
SLU-SIS-163	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 3	
SLU-SIS-164	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 3	
SLU-SIS-165	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 3	
SLU-SIS-166	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 3	
SLU-SIS-167	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 3	
SLU-SIS-168	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0,2	0,2	-0,3	-1	-0,3	E2	gruppo 3-2	
SLU-SIS-169	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-0,3	1	E3	solo perm
SLU-SIS-170	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-0,3	-0,3	1	E3	termica	
SLU-SIS-171	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-0,3	-0,3	1	E3	termica	
SLU-SIS-172	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-0,3	1	E3	solo vert	
SLU-SIS-173	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 1	
SLU-SIS-174	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 1	
SLU-SIS-175	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 1	
SLU-SIS-176	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 1	
SLU-SIS-177	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 1	
SLU-SIS-178	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 1		
SLU-SIS-179	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 3	
SLU-SIS-180	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 3	
SLU-SIS-181	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 3	
SLU-SIS-182	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 3	
SLU-SIS-183	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 3	
SLU-SIS-184	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 3		
SLU-SIS-185	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,2	-0,3	-0,3	1	E3	gruppo 3-2		
SLU-SIS-186	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-0,3	-1	E3	solo perm	
SLU-SIS-187	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-0,3	-0,3	-1	E3	termica		
SLU-SIS-188	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5	-0,3	-0,3	-1	E3	termica		
SLU-SIS-189	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-0,3	-1	E3	solo vert		
SLU-SIS-190	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 1	
SLU-SIS-191	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 1	

NOME COMB.	G - Permanenti			Q1 - Variabili verticali							Q2 - Avviamento e frenatura							Q3 - Centrifuga							Q4 - Serpeggio							Q5 - Variabili Q6 - Azioni interne Q7 - Effetti d'interazione			E - Azioni sismiche			Descrizione					
	G1	G2	G22	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q51	Q61	Q71	E1	E2	E3						
SLU-SIS-192	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-193	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 1		
SLU-SIS-194	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-195	1	1	1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 1			
SLU-SIS-196	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 3			
SLU-SIS-197	1	1	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 3		
SLU-SIS-198	1	1	1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 3		
SLU-SIS-199	1	1	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 3		
SLU-SIS-200	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 3			
SLU-SIS-201	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 3			
SLU-SIS-202	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-1	E3	gruppo 3-2			
SLE-RAR-001	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	G1+G2	solo perm			
SLE-RAR-002	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q51	vento			
SLE-RAR-003	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q61	termica		
SLE-RAR-004	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q51	vento		
SLE-RAR-005	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q61	termica		
SLE-RAR-006	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q11	gruppo 1	
SLE-RAR-007	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q12	gruppo 1	
SLE-RAR-008	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q13	gruppo 1	
SLE-RAR-009	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q14	gruppo 1	
SLE-RAR-010	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q15	gruppo 1	
SLE-RAR-011	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q16	gruppo 1	
SLE-RAR-012	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q11	gruppo 3
SLE-RAR-013	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q12	gruppo 3
SLE-RAR-014	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q13	gruppo 3	
SLE-RAR-015	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q14	gruppo 3	
SLE-RAR-016	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q15	gruppo 3
SLE-RAR-017	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q16	gruppo 3
SLE-RAR-018	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	Q27	gruppo 3-2
SLE-RAR-019	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q11	gruppo 1	
SLE-RAR-020	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q12	gruppo 1	
SLE-RAR-021	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q13	gruppo 1	
SLE-RAR-022	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q14	gruppo 1	
SLE-RAR-023	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q15	gruppo 1	
SLE-RAR-024	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q16	gruppo 1	
SLE-RAR-025	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q11	gruppo 3



NOME COMB.	G - Permanenti			Q1 - Variabili verticali							Q2 - Avviamento e frenatura							Q3 - Centrifuga							Q4 - Serpeggio							Q5 - Variabili Q6 - Azioni interne Q7 - Effetti d'interazione			E - Azioni sismiche			Descrizione		
	G1	G2	G22	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q51	Q61	Q71	E1	E2	E3			
SLE-RAR-063	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0,6	1	0,6	0	0	0	Q16	gruppo 1		
SLE-RAR-064	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0,6	1	0,6	0	0	0	Q11	gruppo 3	
SLE-RAR-065	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,6	1	0,6	0	0	0	Q12	gruppo 3	
SLE-RAR-066	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,6	1	0,6	0	0	0	Q13	gruppo 3		
SLE-RAR-067	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0,6	1	0,6	0	0	0	Q14	gruppo 3		
SLE-RAR-068	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0,6	1	0,6	0	0	0	Q15	gruppo 3	
SLE-RAR-069	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0,6	1	0,6	0	0	0	Q16	gruppo 3	
SLE-RAR-070	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0,6	1	0,6	0	0	0	Q27	gruppo 3-2		
SLE-RAR-071	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q11	gruppo 4	
SLE-RAR-072	1	1	1	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q12	gruppo 4
SLE-RAR-073	1	1	1	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q13	gruppo 4
SLE-RAR-074	1	1	1	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q14	gruppo 4
SLE-RAR-075	1	1	1	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q15	gruppo 4
SLE-RAR-076	1	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q16	gruppo 4
SLE-RAR-077	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	Q17	gruppo 4
SLE-RAR-078	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q11	gruppo 4
SLE-RAR-079	1	1	1	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Q12	gruppo 4
SLE-RAR-080	1	1	1	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	Q13	gruppo 4
SLE-RAR-081	1	1	1	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	Q14	gruppo 4
SLE-RAR-082	1	1	1	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	Q15	gruppo 4
SLE-RAR-083	1	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	Q16	gruppo 4
SLE-RAR-084	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	Q17	gruppo 4
SLE-RAR-085	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Q61	gruppo 4	
SLE-RAR-086	1	1	1	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Q61	gruppo 4	
SLE-RAR-087	1	1	1	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Q61	gruppo 4
SLE-RAR-088	1	1	1	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Q61	gruppo 4
SLE-RAR-089	1	1	1	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Q61	gruppo 4
SLE-RAR-090	1	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Q61	gruppo 4
SLE-RAR-091	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Q61	gruppo 4
SLE-RAR-092	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	Q11	gruppo 4
SLE-RAR-093	1	1	1	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	Q12	gruppo 4
SLE-RAR-094	1	1	1	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	Q13	gruppo 4
SLE-RAR-095	1	1	1	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	Q14	gruppo 4
SLE-RAR-096	1	1	1	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	Q15	gruppo 4
SLE-RAR-097	1	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	Q16	gruppo 4
SLE-RAR-098	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	Q17	gruppo 4
SLE-RAR-099	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	1	0,6	0	0	0	0	Q61	gruppo 4	

NOME COMB.	G - Permanenti			Q1 - Variabili verticali							Q2 - Avviamento e frenatura							Q3 - Centrifuga							Q4 - Serpeggio							Q5 - Variabili Q6 - Azioni interne Q7 - Effetti d'interazione			E - Azioni sismiche			Descrizione		
	G1	G21	G22	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q51	Q61	Q71	E1	E2	E3			
SLE-RAR-100	1	1	1	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	1	0,6	0	0	0	Q61	gruppo 4		
SLE-RAR-101	1	1	1	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,6	1	0,6	0	0	0	Q61	gruppo 4
SLE-RAR-102	1	1	1	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,6	1	0,6	0	0	0	Q61	gruppo 4
SLE-RAR-103	1	1	1	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0,6	1	0,6	0	0	0	Q61	gruppo 4		
SLE-RAR-104	1	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0,6	1	0,6	0	0	0	0	Q61	gruppo 4		
SLE-RAR-105	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0,6	1	0,6	0	0	0	0	Q61	gruppo 4		
SLE-QPE-001	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	G1+G2	solo perm
SLE-QPE-002	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	Q61	termica	

## **ALLEGATO 2**

**VI05 – PILA 02-03-18-22-23-24**

---

# 1 SOLLECITAZIONI ELEMENTARI A BASE PILA

C.C.E.	Descrizione	F1	F2	F3	M1	M2	M3
		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
G1	Pesi propri	0	0	-9855	0	0	0
G2	Ballast	0	0	-3320	0	0	0
G2	Permanenti non strutturali	0	0	-1726	0	0	0
Q11	Disposizione 1 (massimizza N)	0	0	-5692	684	66	0
Q12	Disposizione 2 (massimizza M2)	0	0	-3559	518	3915	0
Q13	Disposizione 3 (massimizza M1)	0	0	-2962	5925	66	0
Q14	Disposizione 4 (massimizza M1)	0	0	-2730	5678	0	0
Q15	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0	0	-5524	789	1753	0
Q16	Disposizione 6 (massimizza N)	0	0	-5460	218	0	0
Q17	Disposizione 7 (minimizza N)	0	0	-2977	1634	3275	0
Q21	Disposizione 1 (massimizza N)	1835	0	0	0	13579	0
Q22	Disposizione 2 (massimizza M2)	2154	0	0	0	15940	0
Q23	Disposizione 3 (massimizza M1)	819	0	0	0	6061	0
Q24	Disposizione 4 (massimizza M1)	1016	0	0	0	7518	0
Q25	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	2154	0	0	0	15940	0
Q26	Disposizione 6 (massimizza N)	1995	0	0	0	14763	0
Q27	Disposizione 7 (minimizza N)	2154	0	0	0	15940	0
Q31	Disposizione 1 (massimizza N)	0	-596	0	7436	0	0
Q32	Disposizione 2 (massimizza M2)	0	-370	0	4619	0	0
Q33	Disposizione 3 (massimizza M1)	0	-180	0	2244	0	0
Q34	Disposizione 4 (massimizza M1)	0	-416	0	5192	0	0
Q35	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0	-428	0	5339	0	0
Q36	Disposizione 6 (massimizza N)	0	-582	0	7261	0	0
Q37	Disposizione 7 (minimizza N)	0	-282	0	3518	0	0
Q41	Disposizione 1 (massimizza N)	0	-210	0	2242	0	0
Q42	Disposizione 2 (massimizza M2)	0	-210	0	2243	0	0
Q43	Disposizione 3 (massimizza M1)	0	-100	0	1068	0	0
Q44	Disposizione 4 (massimizza M1)	0	-110	0	1174	0	0
Q45	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0	-210	0	2242	0	0
Q46	Disposizione 6 (massimizza N)	0	-210	0	2242	0	0
Q47	Disposizione 7 (minimizza N)	0	-210	0	2243	0	0
Q51	Vento	0	-817	0	10342	0	0
Q61	Attrito su vincoli	283	0	0	0	2094	0
Q71	Variazioni termiche	280	0	0	0	2072	0
E1	Sisma x	7306	0	0	0	54062	3003
E2	Sisma y	0	-6679	0	63312	0	-5009
E3	Sisma z	0	0	-7056	2319	4232	0

## 2 SPOSTAMENTI ELEMENTARI IN TESTA PILA

C.C.E.	Descrizione	d1,1	d2,1	d3,1	φ1,1	φ2,1	φ3,1
		mm	mm	mm	1/mm	1/mm	1/mm
G1	Pesi propri	0.00	0.00	-0.18	0.00	0.00	0.00
G2	Ballast	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.00
G2	Permanenti non strutturali	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.00
Q11	Disposizione 1 (massimizza N)	0.00	0.00	-0.11	0.00	0.00	0.00
Q12	Disposizione 2 (massimizza M2)	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00	0.00
Q13	Disposizione 3 (massimizza M1)	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.00
Q14	Disposizione 4 (massimizza M1)	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00	0.00
Q15	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.00
Q16	Disposizione 6 (massimizza N)	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.00
Q17	Disposizione 7 (minimizza N)	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.00
Q21	Disposizione 1 (massimizza N)	0.42	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
Q22	Disposizione 2 (massimizza M2)	0.50	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
Q23	Disposizione 3 (massimizza M1)	0.19	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
Q24	Disposizione 4 (massimizza M1)	0.23	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
Q25	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0.50	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
Q26	Disposizione 6 (massimizza N)	0.46	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
Q27	Disposizione 7 (minimizza N)	0.50	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
Q31	Disposizione 1 (massimizza N)	0.00	-0.06	0.00	-0.01	0.00	0.00
Q32	Disposizione 2 (massimizza M2)	0.00	-0.04	0.00	-0.01	0.00	0.00
Q33	Disposizione 3 (massimizza M1)	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Q34	Disposizione 4 (massimizza M1)	0.00	-0.04	0.00	-0.01	0.00	0.00
Q35	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0.00	-0.04	0.00	-0.01	0.00	0.00
Q36	Disposizione 6 (massimizza N)	0.00	-0.06	0.00	-0.01	0.00	0.00
Q37	Disposizione 7 (minimizza N)	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Q41	Disposizione 1 (massimizza N)	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Q42	Disposizione 2 (massimizza M2)	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Q43	Disposizione 3 (massimizza M1)	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q44	Disposizione 4 (massimizza M1)	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q45	Disposizione 5 (massimizza N+M2)	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Q46	Disposizione 6 (massimizza N)	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Q47	Disposizione 7 (minimizza N)	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Q51	Vento	0.00	-0.08	0.00	-0.01	0.00	0.00
Q61	Attrito su vincoli	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Q71	Variazioni termiche	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
E1	Sisma x	5.82	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00
E2	Sisma y	0.00	-2.40	0.00	-0.32	0.00	0.00
E3	Sisma z	0.00	0.00	-0.13	0.00	0.00	0.00

### 3 SOLLECITAZIONI COMBinate A BASE PILA

Si riportano a seguire i valori delle sollecitazioni di calcolo combinate secondo i coefficienti di combinazione riportati nell'allegato 1 della presente relazione. I valori seguenti tengono conto degli effetti del secondo ordine indotti dagli spostamenti elementari.

Per ogni gruppo di combinazioni di carico considerato (SLU-STR SLU-GEO, SLV-SIS, SLE-RAR e SLE-QP), sono riportati a seguire i valori delle sollecitazioni corrispondenti alle combinazioni che massimizzano ognuna delle componenti di sollecitazione (F1, F2, F3, M1, M2 e M3).

F1	Forza di taglio in direzione longitudinale [kN]
F2	Forza di taglio in direzione trasversale [kN]
F3	Forza assiale verticale [kN]
M1	Momento flettente attorno all'asse 1 (trasversale)
M2	Momento flettente attorno all'asse 2 (longitudinale)
M3	Momento flettente attorno all'asse 3 (toocente)

SLU-STR	max	Combo.	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
<i>max</i>	F1	SLU-STR-065	3786	-1158	-26033	15065	33713	0
<i>max</i>	F2	SLU-STR-014	1188	-204	-25167	11008	8890	0
<i>max</i>	F3	SLU-STR-004	507	-1225	-13175	15511	3751	0
<i>max</i>	M1	SLU-STR-022	742	-1498	-24831	26768	5493	0
<i>max</i>	M2	SLU-STR-065	3786	-1158	-26033	15065	33713	0
<i>max</i>	M3	SLU-STR-002	507	-1225	-20873	15510	3752	0

SLU-STR	min	Combo.	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
<i>min</i>	F1	SLU-STR-002	507	-1225	-20873	15510	3752	0
<i>min</i>	F2	SLU-STR-019	1340	-1904	-29126	24327	10017	0
<i>min</i>	F3	SLU-STR-006	1340	-1169	-29126	15022	10017	0
<i>min</i>	M1	SLU-STR-018	3123	-359	-15348	5398	25514	0
<i>min</i>	M2	SLU-STR-004	507	-1225	-13175	15511	3751	0
<i>min</i>	M3	SLU-STR-002	507	-1225	-20873	15510	3752	0

SLU-GEO	max	Combo.	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
<i>max</i>	F1	SLU-GEO-065	3265	-1002	-20863	13035	29068	0
<i>max</i>	F2	SLU-GEO-014	1024	-176	-20117	9492	7663	0
<i>max</i>	F3	SLU-GEO-004	439	-1062	-13175	13443	3251	0
<i>max</i>	M1	SLU-GEO-022	640	-1294	-19827	23119	4740	0
<i>max</i>	M2	SLU-GEO-065	3265	-1002	-20863	13035	29068	0
<i>max</i>	M3	SLU-GEO-002	439	-1062	-16414	13442	3251	0

SLU-GEO	min	Combo.	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
<i>min</i>	F1	SLU-GEO-002	439	-1062	-16414	13442	3251	0
<i>min</i>	F2	SLU-GEO-019	1156	-1644	-23529	21016	8644	0
<i>min</i>	F3	SLU-GEO-006	1156	-1008	-23529	12951	8644	0
<i>min</i>	M1	SLU-GEO-018	2693	-310	-15050	4658	21997	0
<i>min</i>	M2	SLU-GEO-004	439	-1062	-13175	13443	3251	0
<i>min</i>	M3	SLU-GEO-002	439	-1062	-16414	13442	3251	0

SLU-SIS	max	Combo.	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
<i>max</i>	F1	SLU-SIS-011	7933	-2062	-17729	20466	60864	1500
<i>max</i>	F2	SLU-SIS-135	-2192	6679	-17017	-62576	-14979	4108
<i>max</i>	F3	SLU-SIS-087	2388	-2004	-6119	16670	13452	-602
<i>max</i>	M1	SLU-SIS-041	2406	-6784	-17563	66375	19105	-4108
<i>max</i>	M2	SLU-SIS-011	7933	-2062	-17729	20466	60864	1500
<i>max</i>	M3	SLU-SIS-135	-2192	6679	-17017	-62576	-14979	4108

SLU-SIS	min	Combo.	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
<i>min</i>	F1	SLU-SIS-102	-7306	2004	-17017	-18286	-52892	-1500
<i>min</i>	F2	SLU-SIS-038	2488	-6840	-18156	66037	19726	-4108
<i>min</i>	F3	SLU-SIS-071	2192	-2004	-23094	21433	20505	-602
<i>min</i>	M1	SLU-SIS-154	-1995	6679	-11058	-63982	-16052	4108
<i>min</i>	M2	SLU-SIS-118	-7306	2004	-12784	-19680	-55407	-1500
<i>min</i>	M3	SLU-SIS-034	2192	-6679	-17017	63967	17518	-4108

SLE-RAR	max	Combo.	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
<i>max</i>	F1	SLE-RAR-065	2605	-780	-18460	10153	23203	0
<i>max</i>	F2	SLE-RAR-014	819	-140	-17863	7581	6130	0
<i>max</i>	F3	SLE-RAR-004	338	-817	-13175	10341	2501	0
<i>max</i>	M1	SLE-RAR-022	508	-1016	-17631	18248	3761	0
<i>max</i>	M2	SLE-RAR-065	2605	-780	-18460	10153	23203	0
<i>max</i>	M3	SLE-RAR-002	338	-817	-14901	10341	2501	0

SLE-RAR	min	Combo.	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
<i>min</i>	F1	SLE-RAR-002	338	-817	-14901	10341	2501	0
<i>min</i>	F2	SLE-RAR-019	918	-1296	-20593	16565	6860	0
<i>min</i>	F3	SLE-RAR-006	918	-806	-20593	10361	6860	0
<i>min</i>	M1	SLE-RAR-018	2154	-246	-14663	3697	17584	0
<i>min</i>	M2	SLE-RAR-004	338	-817	-13175	10341	2501	0
<i>min</i>	M3	SLE-RAR-002	338	-817	-14901	10341	2501	0

## 4 SOLLECITAZIONI COMBinate A BASE PLINTO

Le sollecitazioni combinate alla base della pila sono state riportate ad intradosso plinto (in posizione baricentrica) e sono state incrementate per tenere conto del peso del plinto e del terreno di ricoprimento presente al suo estradosso, nonché della forza inerziale (orizzontale e verticale) associata alla massa del plinto stesso e considerata solidale con il terreno (T = 0 sec).

### Terreno ricoprimento

dlong	12	m
dtrasv	12	m
hterr	1.0	m
gterr	20	kN/m <sup>3</sup>
Wterr	2312	kN

Plinto			<u>Orizzontale</u>			<u>Verticale</u>		
dlong	12.0	m	ag0	0.266	g	ag0	0.185	g
dtrasv	12.0	m	S	1.324		S	1.000	
hpl	2.5	m	PGA	0.352	g	PGA	0.185	g
gcls	25	kN/m <sup>3</sup>	lplinto_h	3170	kN	lplinto_v	1665	kN
Wplinto	9000	kN						

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>Ftot</b>
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kN
SLU-STR-001			-37877				
SLU-STR-002	507	-1225	-37877	18572	5019	0	1326
SLU-STR-003	830	-735	-37877	11143	8224	0	1109
SLU-STR-004	507	-1225	-22175	18573	5018	0	1326
SLU-STR-005	830	-735	-22175	11144	8223	0	1109
SLU-STR-006	1340	-1169	-46131	17944	13366	0	1778
SLU-STR-007	1572	-841	-43038	12801	21253	0	1783
SLU-STR-008	598	-406	-42172	14408	6018	0	723
SLU-STR-009	742	-763	-41836	19369	7347	0	1064
SLU-STR-010	1572	-925	-45887	14447	18120	0	1824
SLU-STR-011	1456	-1148	-45794	16963	14428	0	1855
SLU-STR-012	2661	-588	-46131	9526	26455	0	2725
SLU-STR-013	3123	-423	-43038	6818	36616	0	3152
SLU-STR-014	1188	-204	-42172	11519	11859	0	1205
SLU-STR-015	1473	-384	-41836	13840	14593	0	1522
SLU-STR-016	3123	-466	-45887	7841	33484	0	3158
SLU-STR-017	2893	-578	-45794	8697	28657	0	2950
SLU-STR-018	3123	-359	-24348	6296	33322	0	3144

SLU-STR-019	1340	-1904	-46131	29087	13366	0	2328
SLU-STR-020	1572	-1576	-43038	23944	21253	0	2226
SLU-STR-021	598	-1141	-42172	25551	6018	0	1288
SLU-STR-022	742	-1498	-41836	30512	7347	0	1671
SLU-STR-023	1572	-1660	-45887	25590	18120	0	2287
SLU-STR-024	1456	-1883	-45794	28106	14428	0	2381
SLU-STR-025	2661	-1323	-46131	20669	26455	0	2972
SLU-STR-026	3123	-1158	-43038	17961	36616	0	3331
SLU-STR-027	1188	-939	-42172	22663	11859	0	1514
SLU-STR-028	1473	-1119	-41836	24983	14593	0	1850
SLU-STR-029	3123	-1201	-45887	18984	33484	0	3346
SLU-STR-030	2893	-1313	-45794	19840	28657	0	3177
SLU-STR-031	3123	-1094	-24348	17439	33322	0	3309
SLU-STR-032	1750	-1169	-46131	17944	17431	0	2104
SLU-STR-033	1983	-841	-43038	12801	25318	0	2154
SLU-STR-034	1008	-406	-42172	14408	10083	0	1087
SLU-STR-035	1152	-763	-41836	19369	11412	0	1382
SLU-STR-036	1983	-925	-45887	14447	22185	0	2188
SLU-STR-037	1867	-1148	-45794	16963	18493	0	2192
SLU-STR-038	3071	-588	-46131	9526	30520	0	3127
SLU-STR-039	3534	-423	-43038	6818	40681	0	3559
SLU-STR-040	1598	-204	-42172	11519	15924	0	1611
SLU-STR-041	1884	-384	-41836	13840	18658	0	1922
SLU-STR-042	3534	-466	-45887	7841	37549	0	3564
SLU-STR-043	3303	-578	-45794	8697	32723	0	3353
SLU-STR-044	3534	-359	-24348	6296	37386	0	3552
SLU-STR-045	1592	-1169	-46131	17944	15863	0	1975
SLU-STR-046	1824	-841	-43038	12801	23749	0	2009
SLU-STR-047	850	-406	-42172	14408	8514	0	942
SLU-STR-048	994	-763	-41836	19369	9843	0	1253
SLU-STR-049	1824	-925	-45887	14447	20616	0	2046
SLU-STR-050	1708	-1148	-45794	16963	16924	0	2058
SLU-STR-051	2913	-588	-46131	9526	28952	0	2972
SLU-STR-052	3375	-423	-43038	6818	39112	0	3402
SLU-STR-053	1440	-204	-42172	11519	14356	0	1454
SLU-STR-054	1725	-384	-41836	13840	17089	0	1767
SLU-STR-055	3375	-466	-45887	7841	35980	0	3407
SLU-STR-056	3145	-578	-45794	8697	31154	0	3197
SLU-STR-057	3375	-359	-24348	6296	35818	0	3394
SLU-STR-058	2002	-1904	-46131	29087	19928	0	2763
SLU-STR-059	2235	-1576	-43038	23944	27814	0	2735

SLU-STR-060	1260	-1141	-42172	25551	12579	0	1700
SLU-STR-061	1404	-1498	-41836	30512	13908	0	2053
SLU-STR-062	2235	-1660	-45887	25590	24682	0	2784
SLU-STR-063	2119	-1883	-45794	28106	20989	0	2835
SLU-STR-064	3323	-1323	-46131	20669	33017	0	3577
SLU-STR-065	3786	-1158	-43038	17961	43177	0	3959
SLU-STR-066	1850	-939	-42172	22663	18420	0	2075
SLU-STR-067	2136	-1119	-41836	24983	21154	0	2411
SLU-STR-068	3786	-1201	-45887	18984	40046	0	3972
SLU-STR-069	3555	-1313	-45794	19840	35219	0	3790
SLU-STR-070	3786	-1094	-24348	17439	39882	0	3941
SLU-GEO-001			-29622				
SLU-GEO-002	439	-1062	-29622	16097	4349	0	1149
SLU-GEO-003	718	-637	-29622	9658	7108	0	960
SLU-GEO-004	439	-1062	-22175	16097	4349	0	1149
SLU-GEO-005	718	-637	-22175	9658	7108	0	960
SLU-GEO-006	1156	-1008	-36737	15469	11534	0	1533
SLU-GEO-007	1357	-725	-34070	11036	18335	0	1539
SLU-GEO-008	516	-350	-33324	12421	5193	0	623
SLU-GEO-009	640	-658	-33034	16698	6340	0	918
SLU-GEO-010	1357	-798	-36527	12455	15634	0	1574
SLU-GEO-011	1257	-990	-36447	14624	12450	0	1600
SLU-GEO-012	2294	-508	-36737	8221	22803	0	2349
SLU-GEO-013	2693	-365	-34070	5883	31562	0	2717
SLU-GEO-014	1024	-176	-33324	9933	10222	0	1039
SLU-GEO-015	1270	-331	-33034	11936	12579	0	1313
SLU-GEO-016	2693	-402	-36527	6766	28862	0	2722
SLU-GEO-017	2494	-499	-36447	7505	24701	0	2543
SLU-GEO-018	2693	-310	-24050	5433	28728	0	2710
SLU-GEO-019	1156	-1644	-36737	25127	11534	0	2010
SLU-GEO-020	1357	-1362	-34070	20694	18335	0	1923
SLU-GEO-021	516	-987	-33324	22078	5193	0	1114
SLU-GEO-022	640	-1294	-33034	26356	6340	0	1444
SLU-GEO-023	1357	-1434	-36527	22112	15634	0	1975
SLU-GEO-024	1257	-1627	-36447	24281	12450	0	2056
SLU-GEO-025	2294	-1145	-36737	17878	22803	0	2564
SLU-GEO-026	2693	-1002	-34070	15541	31562	0	2873
SLU-GEO-027	1024	-813	-33324	19591	10222	0	1308
SLU-GEO-028	1270	-968	-33034	21594	12579	0	1597
SLU-GEO-029	2693	-1039	-36527	16424	28862	0	2886

---

SLU-GEO-030	2494	-1136	-36447	17163	24701	0	2740
SLU-GEO-031	2693	-947	-24050	15091	28728	0	2854
SLU-GEO-032	1510	-1008	-36737	15469	15038	0	1815
SLU-GEO-033	1711	-725	-34070	11036	21838	0	1858
SLU-GEO-034	870	-350	-33324	12421	8697	0	938
SLU-GEO-035	994	-658	-33034	16698	9843	0	1192
SLU-GEO-036	1711	-798	-36527	12455	19138	0	1888
SLU-GEO-037	1611	-990	-36447	14624	15954	0	1891
SLU-GEO-038	2648	-508	-36737	8221	26307	0	2696
SLU-GEO-039	3046	-365	-34070	5883	35066	0	3068
SLU-GEO-040	1378	-176	-33324	9933	13726	0	1389
SLU-GEO-041	1624	-331	-33034	11936	16083	0	1657
SLU-GEO-042	3046	-402	-36527	6766	32366	0	3073
SLU-GEO-043	2848	-499	-36447	7505	28206	0	2891
SLU-GEO-044	3046	-310	-24050	5433	32232	0	3062
SLU-GEO-045	1374	-1008	-36737	15469	13697	0	1704
SLU-GEO-046	1575	-725	-34070	11036	20498	0	1734
SLU-GEO-047	734	-350	-33324	12421	7356	0	814
SLU-GEO-048	858	-658	-33034	16698	8503	0	1081
SLU-GEO-049	1575	-798	-36527	12455	17797	0	1766
SLU-GEO-050	1475	-990	-36447	14624	14613	0	1777
SLU-GEO-051	2512	-508	-36737	8221	24966	0	2563
SLU-GEO-052	2911	-365	-34070	5883	33726	0	2934
SLU-GEO-053	1242	-176	-33324	9933	12386	0	1255
SLU-GEO-054	1488	-331	-33034	11936	14742	0	1525
SLU-GEO-055	2911	-402	-36527	6766	31025	0	2939
SLU-GEO-056	2712	-499	-36447	7505	26865	0	2758
SLU-GEO-057	2911	-310	-24050	5433	30891	0	2927
SLU-GEO-058	1728	-1644	-36737	25127	17201	0	2386
SLU-GEO-059	1929	-1362	-34070	20694	24002	0	2361
SLU-GEO-060	1088	-987	-33324	22078	10860	0	1469
SLU-GEO-061	1212	-1294	-33034	26356	12007	0	1773
SLU-GEO-062	1929	-1434	-36527	22112	21301	0	2404
SLU-GEO-063	1829	-1627	-36447	24281	18117	0	2448
SLU-GEO-064	2866	-1145	-36737	17878	28470	0	3086
SLU-GEO-065	3265	-1002	-34070	15541	37229	0	3415
SLU-GEO-066	1596	-813	-33324	19591	15889	0	1791
SLU-GEO-067	1842	-968	-33034	21594	18246	0	2081
SLU-GEO-068	3265	-1039	-36527	16424	34529	0	3426
SLU-GEO-069	3066	-1136	-36447	17163	30369	0	3270
SLU-GEO-070	3265	-947	-24050	15091	34394	0	3399

---

SLU-SIS-001	11206	-3155	-29753	25966	85027	1500	11642
SLU-SIS-002	11422	-3155	-29753	25966	87169	1500	11850
SLU-SIS-003	11422	-3155	-24791	25968	87158	1500	11850
SLU-SIS-004	11624	-3332	-30891	28688	89190	1500	12092
SLU-SIS-005	11659	-3282	-30465	27908	90382	1500	12112
SLU-SIS-006	11512	-3216	-30345	28152	88080	1500	11953
SLU-SIS-007	11534	-3271	-30299	28905	88279	1500	11989
SLU-SIS-008	11659	-3295	-30858	28157	89909	1500	12116
SLU-SIS-009	11642	-3329	-30845	28539	89350	1500	12108
SLU-SIS-010	11826	-3243	-30891	27402	91189	1500	12263
SLU-SIS-011	11896	-3219	-30465	26994	92728	1500	12324
SLU-SIS-012	11602	-3186	-30345	27710	88972	1500	12032
SLU-SIS-013	11646	-3213	-30299	28060	89386	1500	12081
SLU-SIS-014	11896	-3225	-30858	27148	92255	1500	12325
SLU-SIS-015	11861	-3242	-30845	27276	91523	1500	12296
SLU-SIS-016	11896	-3209	-25088	26916	92213	1500	12321
SLU-SIS-017	11206	-3155	-24521	24439	82207	1500	11642
SLU-SIS-018	11422	-3155	-24521	24439	84348	1500	11850
SLU-SIS-019	11422	-3155	-19558	24440	84337	1500	11850
SLU-SIS-020	11206	-3155	-25659	24588	82229	1500	11642
SLU-SIS-021	11532	-3332	-25659	27161	85454	1500	12003
SLU-SIS-022	11567	-3282	-25233	26381	86646	1500	12023
SLU-SIS-023	11420	-3216	-25113	26624	84344	1500	11864
SLU-SIS-024	11442	-3271	-25067	27377	84544	1500	11900
SLU-SIS-025	11567	-3295	-25626	26630	86173	1500	12027
SLU-SIS-026	11549	-3329	-25613	27012	85614	1500	12019
SLU-SIS-027	11734	-3243	-25659	25875	87453	1500	12174
SLU-SIS-028	11804	-3219	-25233	25466	88992	1500	12235
SLU-SIS-029	11510	-3186	-25113	26183	85236	1500	11943
SLU-SIS-030	11553	-3213	-25067	26532	85650	1500	11992
SLU-SIS-031	11804	-3225	-25626	25621	88519	1500	12236
SLU-SIS-032	11769	-3242	-25613	25749	87787	1500	12207
SLU-SIS-033	11804	-3209	-19856	25389	88477	1500	12232
SLU-SIS-034	3362	-10516	-29753	84768	26486	-4108	11040
SLU-SIS-035	3578	-10516	-29753	84768	28628	-4108	11108
SLU-SIS-036	3578	-10516	-24791	84773	28624	-4108	11108
SLU-SIS-037	3362	-10516	-30891	84916	26503	-4108	11040
SLU-SIS-038	3687	-10693	-30891	87488	29728	-4108	11311
SLU-SIS-039	3723	-10644	-30465	86709	30922	-4108	11276
SLU-SIS-040	3576	-10578	-30345	86953	28620	-4108	11166

---

SLU-SIS-041	3597	-10632	-30299	87706	28820	-4108	11224
SLU-SIS-042	3723	-10656	-30858	86957	30447	-4108	11288
SLU-SIS-043	3705	-10690	-30845	87339	29888	-4108	11314
SLU-SIS-044	3889	-10605	-30891	86202	31728	-4108	11295
SLU-SIS-045	3960	-10580	-30465	85794	33269	-4108	11297
SLU-SIS-046	3666	-10547	-30345	86511	29513	-4108	11166
SLU-SIS-047	3709	-10574	-30299	86861	29927	-4108	11206
SLU-SIS-048	3960	-10586	-30858	85948	32794	-4108	11302
SLU-SIS-049	3925	-10603	-30845	86076	32062	-4108	11306
SLU-SIS-050	3960	-10570	-25088	85721	32763	-4108	11287
SLU-SIS-051	3362	-10516	-24521	83249	23684	-4108	11040
SLU-SIS-052	3578	-10516	-24521	83249	25826	-4108	11108
SLU-SIS-053	3578	-10516	-19558	83253	25823	-4108	11108
SLU-SIS-054	3362	-10516	-25659	83396	23701	-4108	11040
SLU-SIS-055	3687	-10693	-25659	85968	26927	-4108	11311
SLU-SIS-056	3723	-10644	-25233	85189	28120	-4108	11276
SLU-SIS-057	3576	-10578	-25113	85433	25819	-4108	11166
SLU-SIS-058	3597	-10632	-25067	86186	26019	-4108	11224
SLU-SIS-059	3723	-10656	-25626	85438	27645	-4108	11288
SLU-SIS-060	3705	-10690	-25613	85820	27086	-4108	11314
SLU-SIS-061	3889	-10605	-25659	84682	28926	-4108	11295
SLU-SIS-062	3960	-10580	-25233	84275	30467	-4108	11297
SLU-SIS-063	3666	-10547	-25113	84992	26711	-4108	11166
SLU-SIS-064	3709	-10574	-25067	85341	27126	-4108	11206
SLU-SIS-065	3960	-10586	-25626	84429	29992	-4108	11302
SLU-SIS-066	3925	-10603	-25613	84557	29260	-4108	11306
SLU-SIS-067	3960	-10570	-19856	84201	29961	-4108	11287
SLU-SIS-068	3362	-3155	-35857	27748	29754	-602	4610
SLU-SIS-069	3578	-3155	-35857	27748	31896	-602	4770
SLU-SIS-070	3578	-3155	-30895	27750	31893	-602	4770
SLU-SIS-071	3362	-3155	-36996	27898	29771	-602	4610
SLU-SIS-072	3687	-3332	-36996	30470	32997	-602	4970
SLU-SIS-073	3723	-3282	-36569	29690	34191	-602	4963
SLU-SIS-074	3576	-3216	-36450	29934	31889	-602	4809
SLU-SIS-075	3597	-3271	-36403	30687	32089	-602	4862
SLU-SIS-076	3723	-3295	-36962	29939	33716	-602	4972
SLU-SIS-077	3705	-3329	-36949	30321	33157	-602	4981
SLU-SIS-078	3889	-3243	-36996	29184	34997	-602	5064
SLU-SIS-079	3960	-3219	-36569	28776	36538	-602	5103
SLU-SIS-080	3666	-3186	-36450	29492	32781	-602	4857
SLU-SIS-081	3709	-3213	-36403	29842	33196	-602	4907

---

SLU-SIS-082	3960	-3225	-36962	28930	36063	-602	5107
SLU-SIS-083	3925	-3242	-36949	29058	35331	-602	5090
SLU-SIS-084	3960	-3209	-31193	28698	36032	-602	5097
SLU-SIS-085	3362	-3155	-18416	22657	20416	-602	4610
SLU-SIS-086	3578	-3155	-18416	22657	22557	-602	4770
SLU-SIS-087	3578	-3155	-13454	22658	22554	-602	4770
SLU-SIS-088	3362	-3155	-19555	22806	20433	-602	4610
SLU-SIS-089	3687	-3332	-19555	25379	23658	-602	4970
SLU-SIS-090	3723	-3282	-19128	24599	24851	-602	4963
SLU-SIS-091	3576	-3216	-19009	24842	22550	-602	4809
SLU-SIS-092	3597	-3271	-18962	25595	22750	-602	4862
SLU-SIS-093	3723	-3295	-19521	24848	24377	-602	4972
SLU-SIS-094	3705	-3329	-19508	25230	23818	-602	4981
SLU-SIS-095	3889	-3243	-19555	24093	25657	-602	5064
SLU-SIS-096	3960	-3219	-19128	23685	27197	-602	5103
SLU-SIS-097	3666	-3186	-19009	24401	23442	-602	4857
SLU-SIS-098	3709	-3213	-18962	24751	23857	-602	4907
SLU-SIS-099	3960	-3225	-19521	23839	26723	-602	5107
SLU-SIS-100	3925	-3242	-19508	23967	25991	-602	5090
SLU-SIS-101	3960	-3209	-13752	23607	26692	-602	5097
SLU-SIS-102	-11206	3155	-29753	-24435	-82234	-1500	11642
SLU-SIS-103	-10990	3155	-29753	-24435	-80092	-1500	11434
SLU-SIS-104	-10990	3155	-24791	-24437	-80081	-1500	11434
SLU-SIS-105	-10788	2977	-30891	-21712	-78086	-1500	11191
SLU-SIS-106	-10753	3027	-30465	-22493	-76889	-1500	11171
SLU-SIS-107	-10900	3093	-30345	-22249	-79189	-1500	11330
SLU-SIS-108	-10878	3039	-30299	-21496	-78989	-1500	11295
SLU-SIS-109	-10753	3014	-30858	-22243	-77367	-1500	11167
SLU-SIS-110	-10770	2981	-30845	-21861	-77926	-1500	11175
SLU-SIS-111	-10586	3066	-30891	-22998	-76086	-1500	11021
SLU-SIS-112	-10516	3091	-30465	-23407	-74542	-1500	10961
SLU-SIS-113	-10810	3124	-30345	-22690	-78297	-1500	11252
SLU-SIS-114	-10766	3097	-30299	-22341	-77882	-1500	11203
SLU-SIS-115	-10516	3085	-30858	-23252	-75020	-1500	10959
SLU-SIS-116	-10551	3068	-30845	-23124	-75752	-1500	10988
SLU-SIS-117	-10516	3101	-25088	-23488	-75030	-1500	10963
SLU-SIS-118	-11206	3155	-24521	-25970	-85000	-1500	11642
SLU-SIS-119	-10990	3155	-24521	-25970	-82858	-1500	11434
SLU-SIS-120	-10990	3155	-19558	-25971	-82847	-1500	11434
SLU-SIS-121	-11206	3155	-25659	-25818	-84993	-1500	11642
SLU-SIS-122	-10880	2977	-25659	-23246	-81767	-1500	11280

---

SLU-SIS-123	-10845	3027	-25233	-24027	-80570	-1500	11260
SLU-SIS-124	-10992	3093	-25113	-23783	-82871	-1500	11419
SLU-SIS-125	-10970	3039	-25067	-23030	-82670	-1500	11384
SLU-SIS-126	-10845	3014	-25626	-23777	-81048	-1500	11256
SLU-SIS-127	-10863	2981	-25613	-23395	-81607	-1500	11264
SLU-SIS-128	-10678	3066	-25659	-24532	-79768	-1500	11110
SLU-SIS-129	-10608	3091	-25233	-24941	-78224	-1500	11049
SLU-SIS-130	-10902	3124	-25113	-24224	-81978	-1500	11341
SLU-SIS-131	-10859	3097	-25067	-23875	-81563	-1500	11292
SLU-SIS-132	-10608	3085	-25626	-24786	-78702	-1500	11048
SLU-SIS-133	-10643	3068	-25613	-24658	-79434	-1500	11076
SLU-SIS-134	-10608	3101	-19856	-25022	-78712	-1500	11052
SLU-SIS-135	-3362	10516	-29753	-83237	-23693	4108	11040
SLU-SIS-136	-3146	10516	-29753	-83237	-21551	4108	10976
SLU-SIS-137	-3146	10516	-24791	-83242	-21547	4108	10976
SLU-SIS-138	-3362	10516	-30891	-83084	-23680	4108	11040
SLU-SIS-139	-3036	10339	-30891	-80512	-20454	4108	10775
SLU-SIS-140	-3001	10388	-30465	-81293	-19259	4108	10813
SLU-SIS-141	-3148	10454	-30345	-81050	-21560	4108	10918
SLU-SIS-142	-3126	10400	-30299	-80297	-21360	4108	10860
SLU-SIS-143	-3001	10376	-30858	-81042	-19735	4108	10801
SLU-SIS-144	-3018	10342	-30845	-80661	-20294	4108	10773
SLU-SIS-145	-2834	10427	-30891	-81798	-18455	4108	10806
SLU-SIS-146	-2764	10452	-30465	-82207	-16913	4108	10812
SLU-SIS-147	-3058	10485	-30345	-81491	-20668	4108	10922
SLU-SIS-148	-3014	10458	-30299	-81142	-20253	4108	10884
SLU-SIS-149	-2764	10446	-30858	-82052	-17389	4108	10805
SLU-SIS-150	-2799	10429	-30845	-81924	-18121	4108	10798
SLU-SIS-151	-2764	10462	-25088	-82293	-17410	4108	10821
SLU-SIS-152	-3362	10516	-24521	-84779	-26478	4108	11040
SLU-SIS-153	-3146	10516	-24521	-84779	-24336	4108	10976
SLU-SIS-154	-3146	10516	-19558	-84784	-24333	4108	10976
SLU-SIS-155	-3362	10516	-25659	-84626	-26465	4108	11040
SLU-SIS-156	-3036	10339	-25659	-82054	-23240	4108	10775
SLU-SIS-157	-3001	10388	-25233	-82835	-22045	4108	10813
SLU-SIS-158	-3148	10454	-25113	-82592	-24346	4108	10918
SLU-SIS-159	-3126	10400	-25067	-81839	-24145	4108	10860
SLU-SIS-160	-3001	10376	-25626	-82584	-22521	4108	10801
SLU-SIS-161	-3018	10342	-25613	-82202	-23080	4108	10773
SLU-SIS-162	-2834	10427	-25659	-83340	-21241	4108	10806
SLU-SIS-163	-2764	10452	-25233	-83749	-19698	4108	10812

---

SLU-SIS-164	-3058	10485	-25113	-83033	-23453	4108	10922
SLU-SIS-165	-3014	10458	-25067	-82684	-23039	4108	10884
SLU-SIS-166	-2764	10446	-25626	-83594	-20175	4108	10805
SLU-SIS-167	-2799	10429	-25613	-83465	-20907	4108	10798
SLU-SIS-168	-2764	10462	-19856	-83834	-20196	4108	10821
SLU-SIS-169	-3362	3155	-35857	-22646	-20443	602	4610
SLU-SIS-170	-3146	3155	-35857	-22646	-18301	602	4455
SLU-SIS-171	-3146	3155	-30895	-22647	-18298	602	4455
SLU-SIS-172	-3362	3155	-36996	-22494	-20431	602	4610
SLU-SIS-173	-3036	2977	-36996	-19922	-17205	602	4252
SLU-SIS-174	-3001	3027	-36569	-20703	-16009	602	4263
SLU-SIS-175	-3148	3093	-36450	-20459	-18311	602	4413
SLU-SIS-176	-3126	3039	-36403	-19706	-18110	602	4360
SLU-SIS-177	-3001	3014	-36962	-20453	-16486	602	4254
SLU-SIS-178	-3018	2981	-36949	-20071	-17045	602	4242
SLU-SIS-179	-2834	3066	-36996	-21208	-15205	602	4175
SLU-SIS-180	-2764	3091	-36569	-21617	-13662	602	4147
SLU-SIS-181	-3058	3124	-36450	-20900	-17418	602	4371
SLU-SIS-182	-3014	3097	-36403	-20551	-17003	602	4322
SLU-SIS-183	-2764	3085	-36962	-21462	-14139	602	4142
SLU-SIS-184	-2799	3068	-36949	-21334	-14871	602	4153
SLU-SIS-185	-2764	3101	-31193	-21698	-14160	602	4154
SLU-SIS-186	-3362	3155	-18416	-27759	-29727	602	4610
SLU-SIS-187	-3146	3155	-18416	-27759	-27586	602	4455
SLU-SIS-188	-3146	3155	-13454	-27761	-27582	602	4455
SLU-SIS-189	-3362	3155	-19555	-27608	-29715	602	4610
SLU-SIS-190	-3036	2977	-19555	-25036	-26489	602	4252
SLU-SIS-191	-3001	3027	-19128	-25816	-25294	602	4263
SLU-SIS-192	-3148	3093	-19009	-25573	-27595	602	4413
SLU-SIS-193	-3126	3039	-18962	-24820	-27395	602	4360
SLU-SIS-194	-3001	3014	-19521	-25566	-25771	602	4254
SLU-SIS-195	-3018	2981	-19508	-25184	-26330	602	4242
SLU-SIS-196	-2834	3066	-19555	-26322	-24491	602	4175
SLU-SIS-197	-2764	3091	-19128	-26731	-22948	602	4147
SLU-SIS-198	-3058	3124	-19009	-26014	-26703	602	4371
SLU-SIS-199	-3014	3097	-18962	-25665	-26288	602	4322
SLU-SIS-200	-2764	3085	-19521	-26576	-23425	602	4142
SLU-SIS-201	-2799	3068	-19508	-26447	-24157	602	4153
SLU-SIS-202	-2764	3101	-13752	-26812	-23446	602	4154
SLE-RAR-001			-27137				

---

SLE-RAR-002	338	-817	-27137	12382	3345	0	884
SLE-RAR-003	563	-490	-27137	7429	5576	0	746
SLE-RAR-004	338	-817	-22175	12382	3345	0	884
SLE-RAR-005	563	-490	-22175	7429	5575	0	746
SLE-RAR-006	918	-806	-32829	12376	9154	0	1221
SLE-RAR-007	1077	-580	-30696	8829	14582	0	1223
SLE-RAR-008	410	-280	-30099	9936	4122	0	496
SLE-RAR-009	508	-526	-29867	13358	5031	0	731
SLE-RAR-010	1077	-638	-32661	9964	12421	0	1252
SLE-RAR-011	998	-792	-32597	11699	9880	0	1274
SLE-RAR-012	1835	-403	-32829	6530	18241	0	1879
SLE-RAR-013	2154	-290	-30696	4673	25249	0	2173
SLE-RAR-014	819	-140	-30099	7931	8177	0	831
SLE-RAR-015	1016	-263	-29867	9518	10063	0	1049
SLE-RAR-016	2154	-319	-32661	5376	23088	0	2177
SLE-RAR-017	1995	-396	-32597	5959	19760	0	2034
SLE-RAR-018	2154	-246	-23663	4312	22969	0	2168
SLE-RAR-019	918	-1296	-32829	19805	9154	0	1588
SLE-RAR-020	1077	-1070	-30696	16258	14582	0	1518
SLE-RAR-021	410	-770	-30099	17366	4122	0	872
SLE-RAR-022	508	-1016	-29867	20788	5031	0	1136
SLE-RAR-023	1077	-1128	-32661	17393	12421	0	1560
SLE-RAR-024	998	-1282	-32597	19128	9880	0	1624
SLE-RAR-025	1835	-893	-32829	13959	18241	0	2041
SLE-RAR-026	2154	-780	-30696	12103	25249	0	2291
SLE-RAR-027	819	-630	-30099	15360	8177	0	1033
SLE-RAR-028	1016	-753	-29867	16947	10063	0	1265
SLE-RAR-029	2154	-809	-32661	12805	23088	0	2301
SLE-RAR-030	1995	-886	-32597	13388	19760	0	2183
SLE-RAR-031	2154	-736	-23663	11741	22969	0	2276
SLE-RAR-032	1201	-806	-32829	12376	11957	0	1446
SLE-RAR-033	1360	-580	-30696	8829	17385	0	1479
SLE-RAR-034	693	-280	-30099	9936	6925	0	747
SLE-RAR-035	791	-526	-29867	13358	7834	0	950
SLE-RAR-036	1360	-638	-32661	9964	15224	0	1502
SLE-RAR-037	1281	-792	-32597	11699	12683	0	1506
SLE-RAR-038	2118	-403	-32829	6530	21044	0	2156
SLE-RAR-039	2437	-290	-30696	4673	28052	0	2454
SLE-RAR-040	1102	-140	-30099	7931	10980	0	1111
SLE-RAR-041	1299	-263	-29867	9518	12865	0	1325
SLE-RAR-042	2437	-319	-32661	5376	25891	0	2458

---

---

SLE-RAR-043	2278	-396	-32597	5959	22563	0	2312
SLE-RAR-044	2437	-246	-23663	4312	25772	0	2449
SLE-RAR-045	1086	-806	-32829	12376	10818	0	1352
SLE-RAR-046	1245	-580	-30696	8829	16246	0	1373
SLE-RAR-047	578	-280	-30099	9936	5786	0	642
SLE-RAR-048	676	-526	-29867	13358	6695	0	857
SLE-RAR-049	1245	-638	-32661	9964	14085	0	1399
SLE-RAR-050	1166	-792	-32597	11699	11544	0	1409
SLE-RAR-051	2003	-403	-32829	6530	19905	0	2043
SLE-RAR-052	2322	-290	-30696	4673	26913	0	2340
SLE-RAR-053	987	-140	-30099	7931	9841	0	997
SLE-RAR-054	1184	-263	-29867	9518	11726	0	1213
SLE-RAR-055	2322	-319	-32661	5376	24752	0	2344
SLE-RAR-056	2163	-396	-32597	5959	21424	0	2199
SLE-RAR-057	2322	-246	-23663	4312	24633	0	2335
SLE-RAR-058	1369	-1296	-32829	19805	13621	0	1885
SLE-RAR-059	1528	-1070	-30696	16258	19049	0	1865
SLE-RAR-060	861	-770	-30099	17366	8588	0	1155
SLE-RAR-061	959	-1016	-29867	20788	9498	0	1397
SLE-RAR-062	1528	-1128	-32661	17393	16888	0	1899
SLE-RAR-063	1449	-1282	-32597	19128	14347	0	1934
SLE-RAR-064	2286	-893	-32829	13959	22708	0	2454
SLE-RAR-065	2605	-780	-30696	12103	29715	0	2719
SLE-RAR-066	1270	-630	-30099	15360	12644	0	1418
SLE-RAR-067	1467	-753	-29867	16947	14529	0	1649
SLE-RAR-068	2605	-809	-32661	12805	27555	0	2728
SLE-RAR-069	2446	-886	-32597	13388	24227	0	2602
SLE-RAR-070	2605	-736	-23663	11741	27436	0	2707
SLE-RAR-071	1101	-484	-30552	7426	10944	0	1203
SLE-RAR-072	1292	-348	-29272	5297	15149	0	1338
SLE-RAR-073	655	-224	-29507	7949	6542	0	692
SLE-RAR-074	813	-421	-29321	10687	8050	0	915
SLE-RAR-075	1292	-383	-30451	5978	13852	0	1348
SLE-RAR-076	1197	-475	-30413	7020	11855	0	1288
SLE-RAR-077	1292	-295	-23961	5174	14764	0	1326
SLE-RAR-078	1101	-974	-30552	14855	10944	0	1470
SLE-RAR-079	1292	-838	-29272	12727	15149	0	1540
SLE-RAR-080	655	-714	-29507	15378	6542	0	969
SLE-RAR-081	813	-911	-29321	18116	8050	0	1221
SLE-RAR-082	1292	-873	-30451	13407	13852	0	1560
SLE-RAR-083	1197	-965	-30413	14449	11855	0	1538

---

---

SLE-RAR-084	1292	-785	-23961	12604	14764	0	1512
SLE-RAR-085	1384	-484	-30552	7426	13747	0	1466
SLE-RAR-086	1575	-348	-29272	5297	17952	0	1613
SLE-RAR-087	938	-224	-29507	7949	9345	0	965
SLE-RAR-088	1096	-421	-29321	10687	10853	0	1174
SLE-RAR-089	1575	-383	-30451	5978	16655	0	1621
SLE-RAR-090	1480	-475	-30413	7020	14658	0	1554
SLE-RAR-091	1575	-295	-23961	5174	17567	0	1603
SLE-RAR-092	1269	-484	-30552	7426	12608	0	1358
SLE-RAR-093	1460	-348	-29272	5297	16813	0	1501
SLE-RAR-094	823	-224	-29507	7949	8206	0	853
SLE-RAR-095	981	-421	-29321	10687	9714	0	1067
SLE-RAR-096	1460	-383	-30451	5978	15516	0	1510
SLE-RAR-097	1365	-475	-30413	7020	13519	0	1445
SLE-RAR-098	1460	-295	-23961	5174	16428	0	1490
SLE-RAR-099	1552	-974	-30552	14855	15411	0	1832
SLE-RAR-100	1743	-838	-29272	12727	19615	0	1934
SLE-RAR-101	1106	-714	-29507	15378	11009	0	1317
SLE-RAR-102	1264	-911	-29321	18116	12517	0	1558
SLE-RAR-103	1743	-873	-30451	13407	18319	0	1950
SLE-RAR-104	1648	-965	-30413	14449	16322	0	1910
SLE-RAR-105	1743	-785	-23961	12604	19230	0	1912
SLE-QPE-001	0	0	-27137	0	0	0	0
SLE-QPE-002	563	0	-27137	0	5576	0	563

---

## 5 DISTRIBUZIONE DELLE SOLLECITAZIONI IN TESTA PALI

### 5.1 GEOMETRIA DELLA PALIFICATA DI FONDAZIONE

Diametro dei pali di fondazione e loro numero:

diam            **1.5**    m

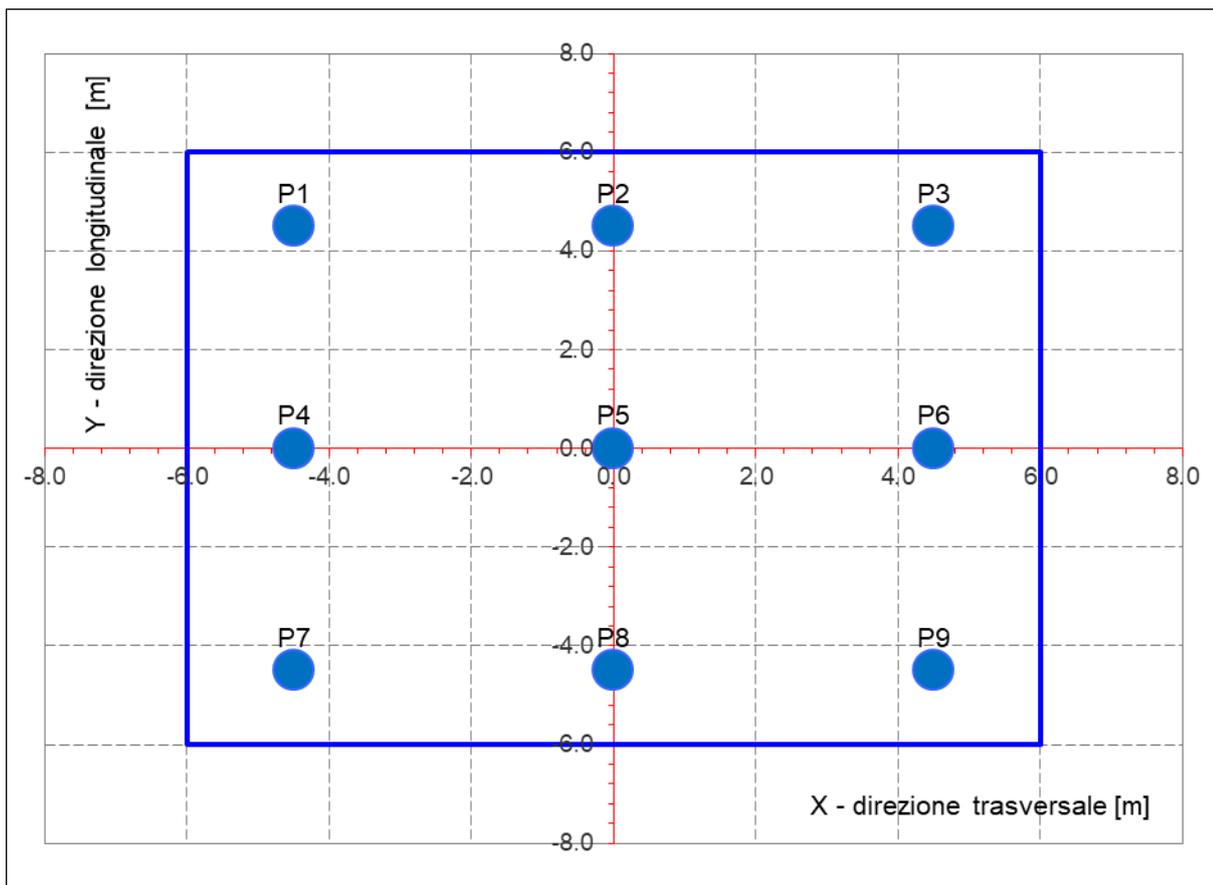
Num tot        **9**      Numero totale di pali

Geometria del plinto:

dtrasv        **12.0**      m

dlong         **12.0**      m

hpl            **2.5**        m



Le caratteristiche di sollecitazione sul singolo palo sono state determinate a partire dalle sollecitazioni riportate all'intradosso del plinto di fondazione, secondo le seguenti relazioni (*distribuzione rigida delle sollecitazioni*):

$$N_{\max} = F_3 / n_{\text{pali}} + \text{ass}(M_1) / W_{1\text{palificata}} + \text{ass}(M_2) / W_{2\text{palificata}}$$

$$N_{\min} = F_3 / n_{\text{pali}} - \text{ass}(M_1) / W_{1\text{palificata}} - \text{ass}(M_2) / W_{2\text{palificata}}$$

$$H = \sqrt{(F_1 / n_{\text{pali}})^2 + (F_2 / n_{\text{pali}})^2}$$

**NB: coordinate riferite al baricentro della palificata**

num.	X (trasv)	Y (long)	X2	Y2	Wl	Wt
	m	m	m2	m2		
P1	-4.50	4.50	20.3	20.3	2.7E+01	-2.7E+01
P2	0.00	4.50	0.0	20.3	2.7E+01	1.0E+99
P3	4.50	4.50	20.3	20.3	2.7E+01	2.7E+01
P4	-4.50	0.00	20.3	0.0	1.0E+99	-2.7E+01
P5	0.00	0.00	0.0	0.0	1.0E+99	1.0E+99
P6	4.50	0.00	20.3	0.0	1.0E+99	2.7E+01
P7	-4.50	-4.50	20.3	20.3	-2.7E+01	-2.7E+01
P8	0.00	-4.50	0.0	20.3	-2.7E+01	1.0E+99
P9	4.50	-4.50	20.3	20.3	-2.7E+01	2.7E+01
P10						
P11						
P12						
P13						
P14						
P15						
P16						
P17						
P18						
P19						
P20						

$\Sigma X2$	$\Sigma Y2$
121.50	121.50
m4	m4

## 5.2 DISTRIBUZIONE DELLE SOLLECITAZIONI IN TESTA AI PALI

Per ogni palo della fondazione e per ogni combinazione di carico considerata, si riportano a seguire i valori delle forze assiali agenti in testa  $N_{max}$  [kN] e  $N_{min}$  [kN], il valore del taglio medio nonché il valore del momento flettente agente alla testa del palo (valore massimo). Per il calcolo di tale valore in funzione del taglio agente alla testa del palo, si rimanda all'elaborato progettuale "IF26.0.1.E.ZZ.RB.VI.00.0.5.001.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni su pali".

$\alpha$	<b>2.80</b>
D (m)	1.5

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>	<b>Tmedia</b>	<b>Tmedia<sub>gruopo</sub></b>	<b>M<sub>max</sub></b>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
SLU-STR-001	4209	4209	0	0	0
SLU-STR-002	5082	3335	147	162	412
SLU-STR-003	4926	3491	123	136	345
SLU-STR-004	3338	1590	147	162	412
SLU-STR-005	3181	1747	123	136	345
SLU-STR-006	6285	3966	198	217	553
SLU-STR-007	6043	3521	198	218	555
SLU-STR-008	5442	3929	80	88	225
SLU-STR-009	5638	3659	118	130	331
SLU-STR-010	6305	3892	203	223	568
SLU-STR-011	6251	3926	206	227	577
SLU-STR-012	6458	3793	303	333	848
SLU-STR-013	6391	3173	350	385	981
SLU-STR-014	5552	3820	134	147	375
SLU-STR-015	5701	3595	169	186	474
SLU-STR-016	6629	3568	351	386	982
SLU-STR-017	6472	3705	328	361	918
SLU-STR-018	4173	1238	349	384	978
SLU-STR-019	6698	3553	259	285	724
SLU-STR-020	6456	3108	247	272	693
SLU-STR-021	5855	3517	143	157	401
SLU-STR-022	6051	3246	186	204	520
SLU-STR-023	6717	3480	254	279	711
SLU-STR-024	6664	3513	265	291	741
SLU-STR-025	6871	3380	330	363	925
SLU-STR-026	6803	2761	370	407	1036
SLU-STR-027	5964	3407	168	185	471
SLU-STR-028	6114	3183	206	226	576

SLU-STR-029	7042	3155		372	409	1041
SLU-STR-030	6884	3292		353	388	988
SLU-STR-031	4585	825		368	404	1030
SLU-STR-032	6436	3815		234	257	655
SLU-STR-033	6194	3370		239	263	670
SLU-STR-034	5593	3779		121	133	338
SLU-STR-035	5788	3508		154	169	430
SLU-STR-036	6455	3742		243	267	681
SLU-STR-037	6401	3775		244	268	682
SLU-STR-038	6609	3642		347	382	973
SLU-STR-039	6541	3023		395	435	1107
SLU-STR-040	5702	3669		179	197	501
SLU-STR-041	5852	3445		214	235	598
SLU-STR-042	6780	3417		396	436	1109
SLU-STR-043	6622	3554		373	410	1043
SLU-STR-044	4323	1087		395	434	1105
SLU-STR-045	6378	3874		219	241	614
SLU-STR-046	6136	3428		223	246	625
SLU-STR-047	5535	3837		105	115	293
SLU-STR-048	5730	3566		139	153	390
SLU-STR-049	6397	3800		227	250	636
SLU-STR-050	6343	3833		229	252	640
SLU-STR-051	6551	3701		330	363	924
SLU-STR-052	6483	3081		378	416	1058
SLU-STR-053	5644	3727		162	178	452
SLU-STR-054	5794	3503		196	216	550
SLU-STR-055	6722	3476		379	416	1060
SLU-STR-056	6564	3612		355	391	995
SLU-STR-057	4265	1146		377	415	1056
SLU-STR-058	6941	3310		307	338	859
SLU-STR-059	6699	2865		304	334	851
SLU-STR-060	6098	3274		189	208	529
SLU-STR-061	6294	3003		228	251	639
SLU-STR-062	6960	3237		309	340	866
SLU-STR-063	6907	3270		315	346	882
SLU-STR-064	7114	3137		397	437	1113
SLU-STR-065	7046	2518		440	484	1232
SLU-STR-066	6207	3164		231	254	645
SLU-STR-067	6357	2940		268	295	750
SLU-STR-068	7285	2912		441	485	1236
SLU-STR-069	7127	3049		421	463	1179
SLU-STR-070	4828	582		438	482	1226

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>	<b>Tmedia</b>	<b>Tmedia<sub>gruppo</sub></b>	<b>M<sub>max</sub></b>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
SLU-GEO-001	3291	3291	0	0	0
SLU-GEO-002	4049	2534	128	140	357
SLU-GEO-003	3912	2670	107	117	299
SLU-GEO-004	3221	1707	128	140	357
SLU-GEO-005	3085	1843	107	117	299
SLU-GEO-006	5082	3082	170	187	477
SLU-GEO-007	4873	2698	171	188	479
SLU-GEO-008	4355	3050	69	76	194
SLU-GEO-009	4524	2817	102	112	285
SLU-GEO-010	5099	3018	175	192	490
SLU-GEO-011	5052	3047	178	196	498
SLU-GEO-012	5231	2933	261	287	731
SLU-GEO-013	5172	2399	302	332	845
SLU-GEO-014	4449	2956	115	127	323
SLU-GEO-015	4578	2762	146	160	408
SLU-GEO-016	5378	2739	302	333	847
SLU-GEO-017	5242	2857	283	311	791
SLU-GEO-018	3937	1407	301	331	843
SLU-GEO-019	5440	2724	223	246	625
SLU-GEO-020	5231	2340	214	235	598
SLU-GEO-021	4713	2693	124	136	346
SLU-GEO-022	4881	2460	160	176	449
SLU-GEO-023	5456	2661	219	241	614
SLU-GEO-024	5410	2689	228	251	640
SLU-GEO-025	5589	2575	285	313	798
SLU-GEO-026	5530	2041	319	351	894
SLU-GEO-027	4807	2598	145	160	407
SLU-GEO-028	4936	2405	177	195	497
SLU-GEO-029	5736	2381	321	353	898
SLU-GEO-030	5600	2499	304	335	853
SLU-GEO-031	4295	1049	317	349	888
SLU-GEO-032	5212	2952	202	222	565
SLU-GEO-033	5003	2568	206	227	578
SLU-GEO-034	4485	2921	104	115	292
SLU-GEO-035	4653	2687	132	146	371
SLU-GEO-036	5229	2888	210	231	587
SLU-GEO-037	5182	2917	210	231	588
SLU-GEO-038	5361	2803	300	329	839
SLU-GEO-039	5302	2269	341	375	955
SLU-GEO-040	4579	2826	154	170	432

SLU-GEO-041	4708	2633		184	203	516
SLU-GEO-042	5508	2609		341	376	956
SLU-GEO-043	5372	2727		321	353	899
SLU-GEO-044	4067	1277		340	374	953
SLU-GEO-045	5162	3002		189	208	530
SLU-GEO-046	4954	2618		193	212	540
SLU-GEO-047	4435	2970		90	99	253
SLU-GEO-048	4604	2737		120	132	336
SLU-GEO-049	5179	2938		196	216	549
SLU-GEO-050	5132	2967		197	217	553
SLU-GEO-051	5311	2853		285	313	797
SLU-GEO-052	5253	2319		326	359	913
SLU-GEO-053	4529	2876		139	153	390
SLU-GEO-054	4659	2682		169	186	474
SLU-GEO-055	5458	2659		327	359	914
SLU-GEO-056	5323	2777		306	337	858
SLU-GEO-057	4018	1327		325	358	911
SLU-GEO-058	5650	2514		265	292	742
SLU-GEO-059	5441	2130		262	289	735
SLU-GEO-060	4923	2483		163	180	457
SLU-GEO-061	5091	2250		197	217	552
SLU-GEO-062	5666	2451		267	294	748
SLU-GEO-063	5620	2479		272	299	762
SLU-GEO-064	5798	2365		343	377	960
SLU-GEO-065	5740	1831		379	417	1062
SLU-GEO-066	5017	2389		199	219	557
SLU-GEO-067	5146	2195		231	254	647
SLU-GEO-068	5946	2171		381	419	1066
SLU-GEO-069	5810	2289		363	400	1017
SLU-GEO-070	4505	839		378	415	1058

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>		<b>Tmedia</b>	<b>Tmedia<sub>gruope</sub></b>	<b>M<sub>max</sub></b>
	[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	[kNm]
SLU-SIS-001	7417	-805		1294	1423	3622
SLU-SIS-002	7496	-884		1317	1448	3687
SLU-SIS-003	6944	-1435		1317	1448	3687
SLU-SIS-004	7798	-933		1344	1478	3762
SLU-SIS-005	7766	-996		1346	1480	3768
SLU-SIS-006	7677	-933		1328	1461	3719
SLU-SIS-007	7707	-974		1332	1465	3730
SLU-SIS-008	7801	-944		1346	1481	3769
SLU-SIS-009	7793	-939		1345	1480	3767

SLU-SIS-010	7825	-960		1363	1499	3815
SLU-SIS-011	7819	-1049		1369	1506	3834
SLU-SIS-012	7693	-950		1337	1471	3743
SLU-SIS-013	7716	-983		1342	1477	3758
SLU-SIS-014	7851	-994		1369	1506	3835
SLU-SIS-015	7827	-973		1366	1503	3825
SLU-SIS-016	7200	-1625		1369	1506	3833
SLU-SIS-017	6674	-1225		1294	1423	3622
SLU-SIS-018	6754	-1305		1317	1448	3687
SLU-SIS-019	6202	-1856		1317	1448	3687
SLU-SIS-020	6807	-1105		1294	1423	3622
SLU-SIS-021	7022	-1320		1334	1467	3734
SLU-SIS-022	6990	-1383		1336	1470	3741
SLU-SIS-023	6900	-1320		1318	1450	3691
SLU-SIS-024	6930	-1360		1322	1454	3702
SLU-SIS-025	7025	-1331		1336	1470	3742
SLU-SIS-026	7017	-1325		1335	1469	3739
SLU-SIS-027	7048	-1346		1353	1488	3787
SLU-SIS-028	7043	-1436		1359	1495	3806
SLU-SIS-029	6917	-1336		1327	1460	3716
SLU-SIS-030	6940	-1370		1332	1466	3731
SLU-SIS-031	7075	-1380		1360	1496	3807
SLU-SIS-032	7051	-1359		1356	1492	3798
SLU-SIS-033	6423	-2011		1359	1495	3806
SLU-SIS-034	7426	-815		1227	1349	3435
SLU-SIS-035	7506	-894		1234	1358	3456
SLU-SIS-036	6954	-1445		1234	1358	3456
SLU-SIS-037	7559	-694		1227	1349	3435
SLU-SIS-038	7774	-909		1257	1382	3519
SLU-SIS-039	7742	-972		1253	1378	3508
SLU-SIS-040	7652	-909		1241	1365	3474
SLU-SIS-041	7682	-949		1247	1372	3492
SLU-SIS-042	7777	-920		1254	1380	3512
SLU-SIS-043	7769	-915		1257	1383	3520
SLU-SIS-044	7800	-935		1255	1381	3514
SLU-SIS-045	7795	-1025		1255	1381	3514
SLU-SIS-046	7669	-925		1241	1365	3474
SLU-SIS-047	7692	-959		1245	1370	3486
SLU-SIS-048	7826	-969		1256	1381	3516
SLU-SIS-049	7803	-948		1256	1382	3517
SLU-SIS-050	7176	-1601		1254	1380	3512
SLU-SIS-051	6685	-1236		1227	1349	3435
SLU-SIS-052	6764	-1315		1234	1358	3456

---

SLU-SIS-053	6213	-1867		1234	1358	3456
SLU-SIS-054	6818	-1116		1227	1349	3435
SLU-SIS-055	7032	-1330		1257	1382	3519
SLU-SIS-056	7000	-1393		1253	1378	3508
SLU-SIS-057	6911	-1330		1241	1365	3474
SLU-SIS-058	6941	-1371		1247	1372	3492
SLU-SIS-059	7036	-1341		1254	1380	3512
SLU-SIS-060	7028	-1336		1257	1383	3520
SLU-SIS-061	7059	-1357		1255	1381	3514
SLU-SIS-062	7053	-1446		1255	1381	3514
SLU-SIS-063	6927	-1347		1241	1365	3474
SLU-SIS-064	6951	-1380		1245	1370	3486
SLU-SIS-065	7085	-1391		1256	1381	3516
SLU-SIS-066	7061	-1370		1256	1382	3517
SLU-SIS-067	6434	-2022		1254	1380	3512
SLU-SIS-068	6114	1854		512	563	1434
SLU-SIS-069	6193	1775		530	583	1484
SLU-SIS-070	5642	1224		530	583	1484
SLU-SIS-071	6247	1975		512	563	1434
SLU-SIS-072	6461	1760		552	607	1546
SLU-SIS-073	6429	1697		551	607	1544
SLU-SIS-074	6340	1760		534	588	1496
SLU-SIS-075	6370	1720		540	594	1513
SLU-SIS-076	6465	1749		552	608	1547
SLU-SIS-077	6457	1754		553	609	1550
SLU-SIS-078	6488	1734		563	619	1576
SLU-SIS-079	6482	1644		567	624	1588
SLU-SIS-080	6356	1744		540	594	1511
SLU-SIS-081	6380	1710		545	600	1527
SLU-SIS-082	6514	1700		567	624	1589
SLU-SIS-083	6490	1721		566	622	1584
SLU-SIS-084	5863	1068		566	623	1586
SLU-SIS-085	3642	451		512	563	1434
SLU-SIS-086	3721	372		530	583	1484
SLU-SIS-087	3169	-180		530	583	1484
SLU-SIS-088	3774	571		512	563	1434
SLU-SIS-089	3989	357		552	607	1546
SLU-SIS-090	3957	294		551	607	1544
SLU-SIS-091	3867	357		534	588	1496
SLU-SIS-092	3897	316		540	594	1513
SLU-SIS-093	3992	346		552	608	1547
SLU-SIS-094	3984	351		553	609	1550
SLU-SIS-095	4015	330		563	619	1576

---

SLU-SIS-096	4010	241		567	624	1588
SLU-SIS-097	3884	340		540	594	1511
SLU-SIS-098	3907	307		545	600	1527
SLU-SIS-099	4042	296		567	624	1589
SLU-SIS-100	4018	317		566	622	1584
SLU-SIS-101	3391	-335		566	623	1586
SLU-SIS-102	7257	-645		1294	1423	3622
SLU-SIS-103	7177	-565		1270	1397	3557
SLU-SIS-104	6626	-1117		1270	1397	3557
SLU-SIS-105	7129	-264		1243	1368	3482
SLU-SIS-106	7066	-296		1241	1365	3475
SLU-SIS-107	7129	-385		1259	1385	3525
SLU-SIS-108	7088	-355		1255	1380	3514
SLU-SIS-109	7118	-261		1241	1365	3474
SLU-SIS-110	7123	-269		1242	1366	3477
SLU-SIS-111	7102	-237		1225	1347	3429
SLU-SIS-112	7013	-243		1218	1340	3410
SLU-SIS-113	7112	-369		1250	1375	3501
SLU-SIS-114	7079	-345		1245	1369	3485
SLU-SIS-115	7068	-211		1218	1339	3409
SLU-SIS-116	7089	-235		1221	1343	3418
SLU-SIS-117	6436	-861		1218	1340	3411
SLU-SIS-118	6835	-1385		1294	1423	3622
SLU-SIS-119	6755	-1306		1270	1397	3557
SLU-SIS-120	6203	-1857		1270	1397	3557
SLU-SIS-121	6955	-1253		1294	1423	3622
SLU-SIS-122	6740	-1038		1253	1379	3509
SLU-SIS-123	6678	-1070		1251	1376	3503
SLU-SIS-124	6740	-1160		1269	1396	3553
SLU-SIS-125	6700	-1130		1265	1391	3542
SLU-SIS-126	6730	-1035		1251	1376	3502
SLU-SIS-127	6735	-1043		1252	1377	3504
SLU-SIS-128	6714	-1012		1234	1358	3456
SLU-SIS-129	6625	-1017		1228	1350	3438
SLU-SIS-130	6724	-1143		1260	1386	3528
SLU-SIS-131	6690	-1120		1255	1380	3513
SLU-SIS-132	6680	-986		1228	1350	3437
SLU-SIS-133	6701	-1009		1231	1354	3446
SLU-SIS-134	6048	-1636		1228	1351	3438
SLU-SIS-135	7266	-654		1227	1349	3435
SLU-SIS-136	7187	-575		1220	1342	3415
SLU-SIS-137	6636	-1127		1220	1342	3415
SLU-SIS-138	7387	-522		1227	1349	3435

SLU-SIS-139	7172	-307		1197	1317	3352
SLU-SIS-140	7109	-339		1201	1322	3364
SLU-SIS-141	7172	-429		1213	1334	3397
SLU-SIS-142	7132	-399		1207	1327	3379
SLU-SIS-143	7161	-304		1200	1320	3360
SLU-SIS-144	7166	-312		1197	1317	3352
SLU-SIS-145	7145	-281		1201	1321	3362
SLU-SIS-146	7056	-286		1201	1321	3364
SLU-SIS-147	7155	-412		1214	1335	3398
SLU-SIS-148	7122	-389		1209	1330	3386
SLU-SIS-149	7112	-254		1201	1321	3362
SLU-SIS-150	7133	-278		1200	1320	3359
SLU-SIS-151	6480	-905		1202	1323	3367
SLU-SIS-152	6845	-1396		1227	1349	3435
SLU-SIS-153	6766	-1317		1220	1342	3415
SLU-SIS-154	6215	-1868		1220	1342	3415
SLU-SIS-155	6966	-1263		1227	1349	3435
SLU-SIS-156	6751	-1049		1197	1317	3352
SLU-SIS-157	6688	-1081		1201	1322	3364
SLU-SIS-158	6751	-1170		1213	1334	3397
SLU-SIS-159	6711	-1140		1207	1327	3379
SLU-SIS-160	6740	-1046		1200	1320	3360
SLU-SIS-161	6745	-1053		1197	1317	3352
SLU-SIS-162	6724	-1022		1201	1321	3362
SLU-SIS-163	6635	-1028		1201	1321	3364
SLU-SIS-164	6734	-1154		1214	1335	3398
SLU-SIS-165	6701	-1130		1209	1330	3386
SLU-SIS-166	6691	-996		1201	1321	3362
SLU-SIS-167	6711	-1020		1200	1320	3359
SLU-SIS-168	6059	-1647		1202	1323	3367
SLU-SIS-169	5580	2388		512	563	1434
SLU-SIS-170	5501	2468		495	545	1386
SLU-SIS-171	4949	1916		495	545	1386
SLU-SIS-172	5700	2521		512	563	1434
SLU-SIS-173	5486	2736		472	520	1323
SLU-SIS-174	5423	2704		474	521	1326
SLU-SIS-175	5486	2614		490	539	1373
SLU-SIS-176	5445	2644		484	533	1356
SLU-SIS-177	5475	2739		473	520	1323
SLU-SIS-178	5480	2731		471	518	1320
SLU-SIS-179	5459	2762		464	510	1299
SLU-SIS-180	5370	2757		461	507	1290
SLU-SIS-181	5469	2631		486	534	1360

SLU-SIS-182	5436	2654		480	528	1345
SLU-SIS-183	5425	2788		460	506	1289
SLU-SIS-184	5446	2765		461	508	1292
SLU-SIS-185	4794	2138		462	508	1292
SLU-SIS-186	4175	-83		512	563	1434
SLU-SIS-187	4096	-4		495	545	1386
SLU-SIS-188	3545	-555		495	545	1386
SLU-SIS-189	4296	50		512	563	1434
SLU-SIS-190	4081	264		472	520	1323
SLU-SIS-191	4018	232		474	521	1326
SLU-SIS-192	4081	143		490	539	1373
SLU-SIS-193	4041	173		484	533	1356
SLU-SIS-194	4070	268		473	520	1323
SLU-SIS-195	4076	260		471	518	1320
SLU-SIS-196	4055	291		464	510	1299
SLU-SIS-197	3965	285		461	507	1290
SLU-SIS-198	4065	160		486	534	1360
SLU-SIS-199	4031	183		480	528	1345
SLU-SIS-200	4021	317		460	506	1289
SLU-SIS-201	4042	293		461	508	1292
SLU-SIS-202	3389	-333		462	508	1292

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>		<b>Tmedia</b>	<b>Tmedia_gruopo</b>	<b>M<sub>max</sub></b>
	[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	[kNm]
SLE-RAR-001	3015	3015		0	0	0
SLE-RAR-002	3598	2433		98	108	275
SLE-RAR-003	3497	2534		83	91	232
SLE-RAR-004	3046	1881		98	108	275
SLE-RAR-005	2945	1982		83	91	232
SLE-RAR-006	4445	2850		136	149	380
SLE-RAR-007	4278	2544		136	150	381
SLE-RAR-008	3865	2824		55	61	154
SLE-RAR-009	4000	2637		81	89	228
SLE-RAR-010	4458	2800		139	153	389
SLE-RAR-011	4421	2823		142	156	396
SLE-RAR-012	4565	2730		209	230	584
SLE-RAR-013	4519	2302		241	266	676
SLE-RAR-014	3941	2748		92	102	258
SLE-RAR-015	4044	2593		117	128	327
SLE-RAR-016	4683	2575		242	266	677
SLE-RAR-017	4574	2669		226	249	633

---

SLE-RAR-018	3640	1619		241	265	674
SLE-RAR-019	4720	2575		176	194	494
SLE-RAR-020	4553	2268		169	186	472
SLE-RAR-021	4140	2548		97	107	271
SLE-RAR-022	4275	2362		126	139	353
SLE-RAR-023	4733	2525		173	191	485
SLE-RAR-024	4696	2548		180	199	505
SLE-RAR-025	4840	2455		227	249	635
SLE-RAR-026	4794	2027		255	280	713
SLE-RAR-027	4216	2473		115	126	321
SLE-RAR-028	4319	2318		141	155	393
SLE-RAR-029	4958	2300		256	281	716
SLE-RAR-030	4850	2394		243	267	679
SLE-RAR-031	3915	1344		253	278	708
SLE-RAR-032	4549	2746		161	177	450
SLE-RAR-033	4382	2440		164	181	460
SLE-RAR-034	3969	2720		83	91	232
SLE-RAR-035	4103	2534		106	116	296
SLE-RAR-036	4562	2696		167	184	467
SLE-RAR-037	4525	2719		167	184	468
SLE-RAR-038	4669	2626		240	264	671
SLE-RAR-039	4623	2199		273	300	764
SLE-RAR-040	4045	2644		123	136	346
SLE-RAR-041	4148	2490		147	162	412
SLE-RAR-042	4787	2471		273	300	765
SLE-RAR-043	4678	2566		257	283	719
SLE-RAR-044	3743	1515		272	299	762
SLE-RAR-045	4507	2789		150	165	421
SLE-RAR-046	4339	2482		153	168	427
SLE-RAR-047	3927	2762		71	78	200
SLE-RAR-048	4061	2576		95	105	266
SLE-RAR-049	4520	2738		155	171	435
SLE-RAR-050	4483	2761		157	172	438
SLE-RAR-051	4627	2669		227	250	636
SLE-RAR-052	4581	2241		260	286	728
SLE-RAR-053	4003	2686		111	122	310
SLE-RAR-054	4105	2532		135	148	377
SLE-RAR-055	4745	2513		260	286	729
SLE-RAR-056	4636	2608		244	269	684
SLE-RAR-057	3701	1557		259	285	726
SLE-RAR-058	4886	2410		209	230	586
SLE-RAR-059	4718	2103		207	228	580
SLE-RAR-060	4306	2383		128	141	359

---

SLE-RAR-061	4440	2197		155	171	435
SLE-RAR-062	4899	2359		211	232	591
SLE-RAR-063	4862	2382		215	236	602
SLE-RAR-064	5006	2290		273	300	764
SLE-RAR-065	4959	1862		302	332	846
SLE-RAR-066	4382	2307		158	173	441
SLE-RAR-067	4484	2153		183	202	513
SLE-RAR-068	5124	2134		303	333	849
SLE-RAR-069	5015	2229		289	318	809
SLE-RAR-070	4080	1178		301	331	842
SLE-RAR-071	4075	2714		134	147	374
SLE-RAR-072	4010	2495		149	164	416
SLE-RAR-073	3815	2742		77	85	215
SLE-RAR-074	3952	2564		102	112	285
SLE-RAR-075	4118	2649		150	165	419
SLE-RAR-076	4078	2680		143	157	401
SLE-RAR-077	3401	1924		147	162	412
SLE-RAR-078	4350	2439		163	180	457
SLE-RAR-079	4285	2220		171	188	479
SLE-RAR-080	4090	2467		108	118	301
SLE-RAR-081	4227	2289		136	149	380
SLE-RAR-082	4393	2374		173	191	485
SLE-RAR-083	4353	2405		171	188	478
SLE-RAR-084	3676	1649		168	185	470
SLE-RAR-085	4179	2611		163	179	456
SLE-RAR-086	4114	2391		179	197	502
SLE-RAR-087	3919	2638		107	118	300
SLE-RAR-088	4056	2460		130	143	365
SLE-RAR-089	4222	2545		180	198	504
SLE-RAR-090	4182	2576		173	190	484
SLE-RAR-091	3505	1820		178	196	499
SLE-RAR-092	4137	2653		151	166	422
SLE-RAR-093	4071	2434		167	183	467
SLE-RAR-094	3877	2680		95	104	265
SLE-RAR-095	4013	2502		119	130	332
SLE-RAR-096	4180	2587		168	185	470
SLE-RAR-097	4140	2619		161	177	450
SLE-RAR-098	3462	1862		166	182	464
SLE-RAR-099	4516	2274		204	224	570
SLE-RAR-100	4450	2055		215	236	602
SLE-RAR-101	4256	2301		146	161	410
SLE-RAR-102	4392	2123		173	190	485
SLE-RAR-103	4559	2208		217	238	607

---

SLE-RAR-104	4519	2240		212	233	594
SLE-RAR-105	3841	1483		212	234	595

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>	<b>Tmedia</b>	<b>Tmedia_grupo</b>	<b>Mmax</b>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
SLE-QPE-001	3015	3015	0	0	0
SLE-QPE-002	3222	2809	63	69	175

---

## 6 VERIFICHE STRUTTURALI DEL FUSTO PILA

### 6.1 GEOMETRIA DELLA SEZIONE ED ARMATURA

Si riporta a seguire una figura che illustra la geometria della sezione di verifica, nella quale è rappresentata una armatura tipologica.

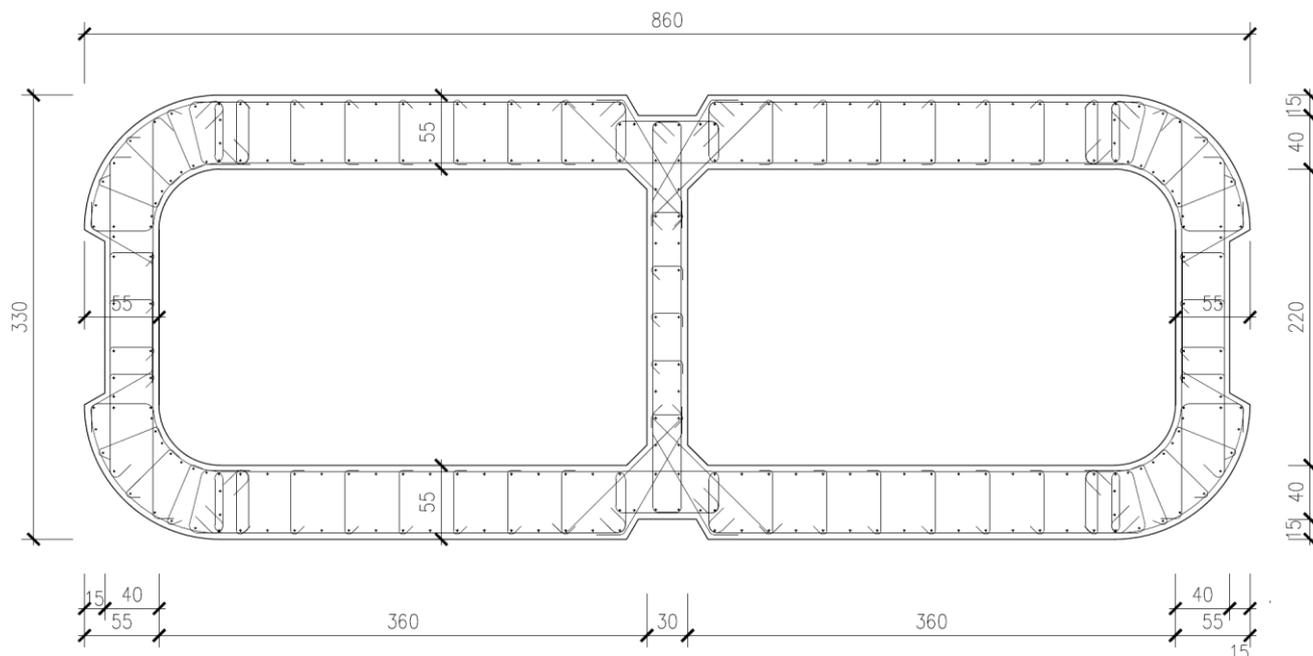


Figura 1 – Geometria della sezione trasversale della pila [cm]

#### 6.1.1 ARMATURA LONGITUDINALE

A seguire è indicata l'armatura flessionale prevista nella sezione di base del fusto pila, in termini di numero di barre presenti nello strato esterno (1° str.), nello strato interno (2° str.), nonché loro diametro  $f_i$  [mm].

n barre (1° str.)	152
$f_i$ barre (1° str.)	20
n barre (2° str.)	134
$f_i$ barre (2° str.)	20

#### 6.1.2 ARMATURA TRASVERSALE

A seguire è indicata l'armatura a taglio prevista nella sezione di base del fusto pila, all'interno della zona critica.

Direzione longitudinale

Staffe:

Spille:

Spille:

øw	16	mm	øw	8	mm	øw	0	mm
A1b	200.96	mm <sup>2</sup>	A1b	50.24	mm <sup>2</sup>	A1b	7.85E-05	mm <sup>2</sup>
passo	80	mm	passo	80	mm	passo	80	mm
bracci	6		bracci	16		bracci	6	

Direzione trasversale

Staffe:

Spille:

Spille:

øw	16	mm	øw	8	mm	øw	0	mm
A1b	200.96	mm <sup>2</sup>	A1b	50.24	mm <sup>2</sup>	A1b	7.85E-05	mm <sup>2</sup>
passo	80	mm	passo	80	mm	passo	80	mm
bracci	4		bracci	6		bracci	2	

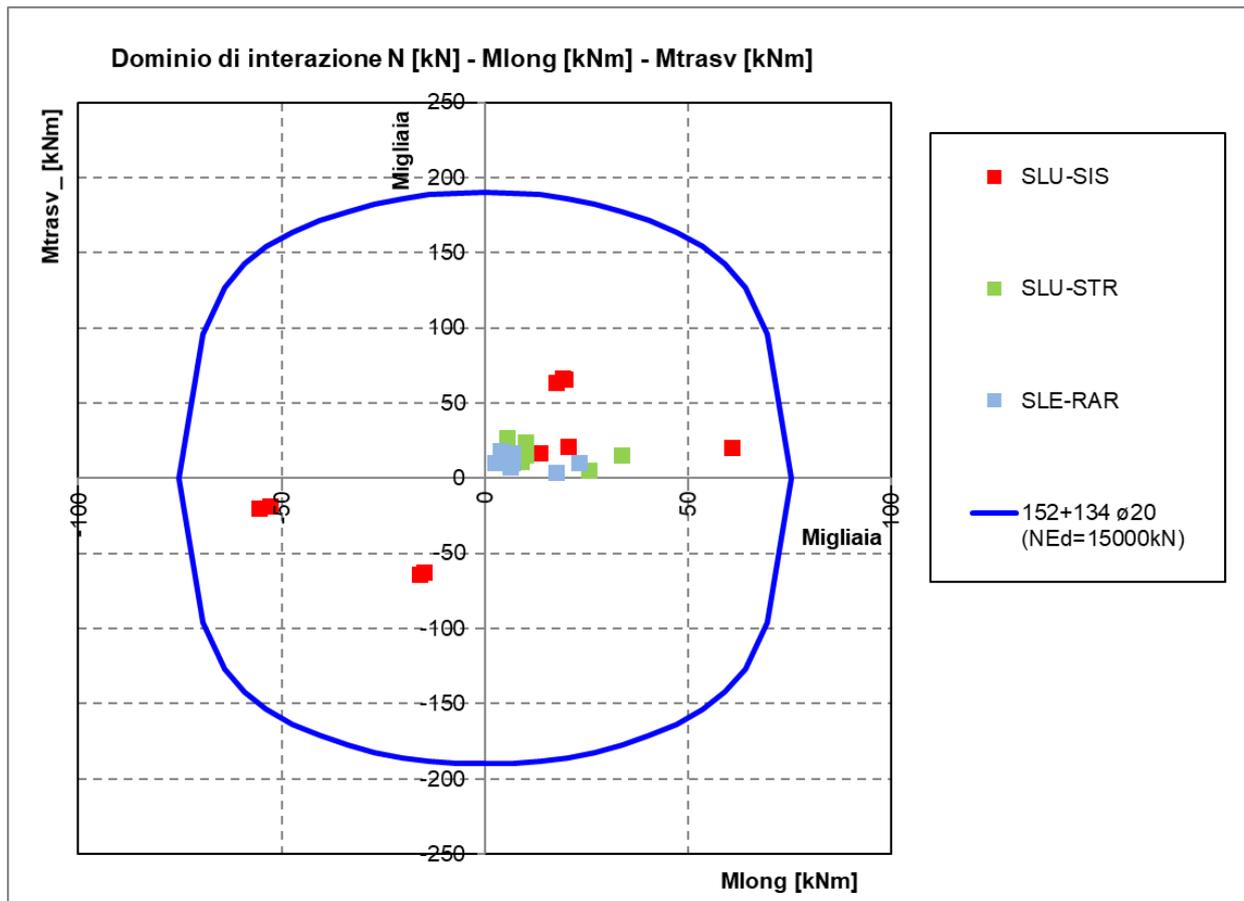
---

## 6.2 VERIFICHE SLU A PRESSOFLESSIONE

La verifica SLU a presso-flessione nelle sezioni critiche si effettua verificando che:

$$FS = (M_{Rd,long}^2 + M_{Rd,trasv}^2)^{0.5} / (M_{Ed,long}^2 + M_{Ed,trasv}^2)^{0.5} \geq 1$$

Sono riportate a seguire le verifiche SLU della sezione di base della pila, espresse in forma sintetica mediante il diagramma di interazione  $M_{long} - M_{trasv}$  valutato per una forza assiale corrispondente alla condizione di verifica più severa (SLV-SIS).



Si riportano a seguire le verifiche in forma esplicita nelle due combinazioni di carico più severe, di cui la prima ricadente in condizione statica SLU e la seconda ricadente in condizione sismica SLV.

SLU-STR-065

Verifica C.A. S.L.U. - File: SLU-STR\_860x330\_286fi20

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° Vertici  Zoom N° barre  Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-430	65	1	3.14	-9.5	-143
2	-430	30	2	3.14	-24.3	-143.5
3	-415	21.3	3	3.14	-35	-143.5
4	-415	0.5	4	3.14	-35	-158.5
5	-375	0.5	5	3.14	-55	-158.5
6	-375	65	6	3.14	-75	-158.5

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  0 kN  
M<sub>xEd</sub>  0 kNm  
M<sub>yEd</sub>  0

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**

Retta  Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio Mx-My

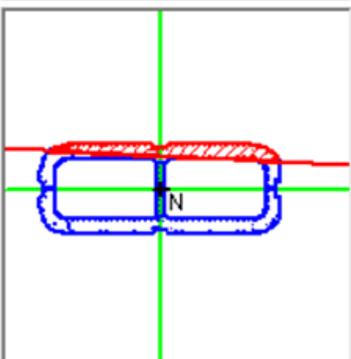
angolo asse neutro θ°

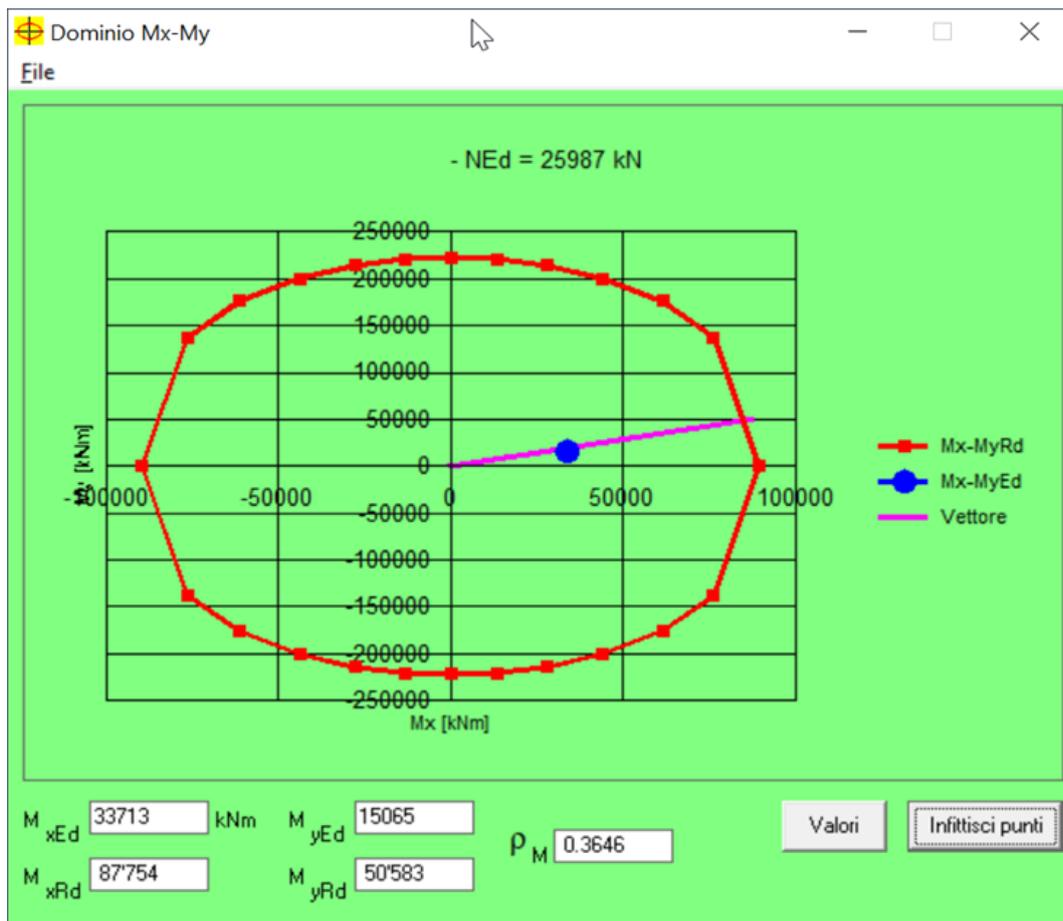
Precompresso

**Materiali**

ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>   
E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>   
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>   
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
τ<sub>c1</sub>

M<sub>xRd</sub>  kN m  
M<sub>yRd</sub>  kN m  
σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>c</sub>  ‰  
ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d   
δ





$\rho_M$       0.36  
 FS        2.74

SLU-SIS-011

Verifica C.A. S.L.U. - File: SLU-SIS\_860x330\_286fi20

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. **Sezione** Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° Vertici  Zoom N° barre  Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-430	65	1	3.14	-9.5	-143
2	-430	30	2	3.14	-24.3	-143.5
3	-415	21.3	3	3.14	-35	-143.5
4	-415	0.5	4	3.14	-35	-158.5
5	-375	0.5	5	3.14	-55	-158.5
6	-375	65	6	3.14	-75	-158.5

**Tipologia Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
M<sub>xEd</sub>  kNm  
M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipologia rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipologia flessione**

Retta  Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°

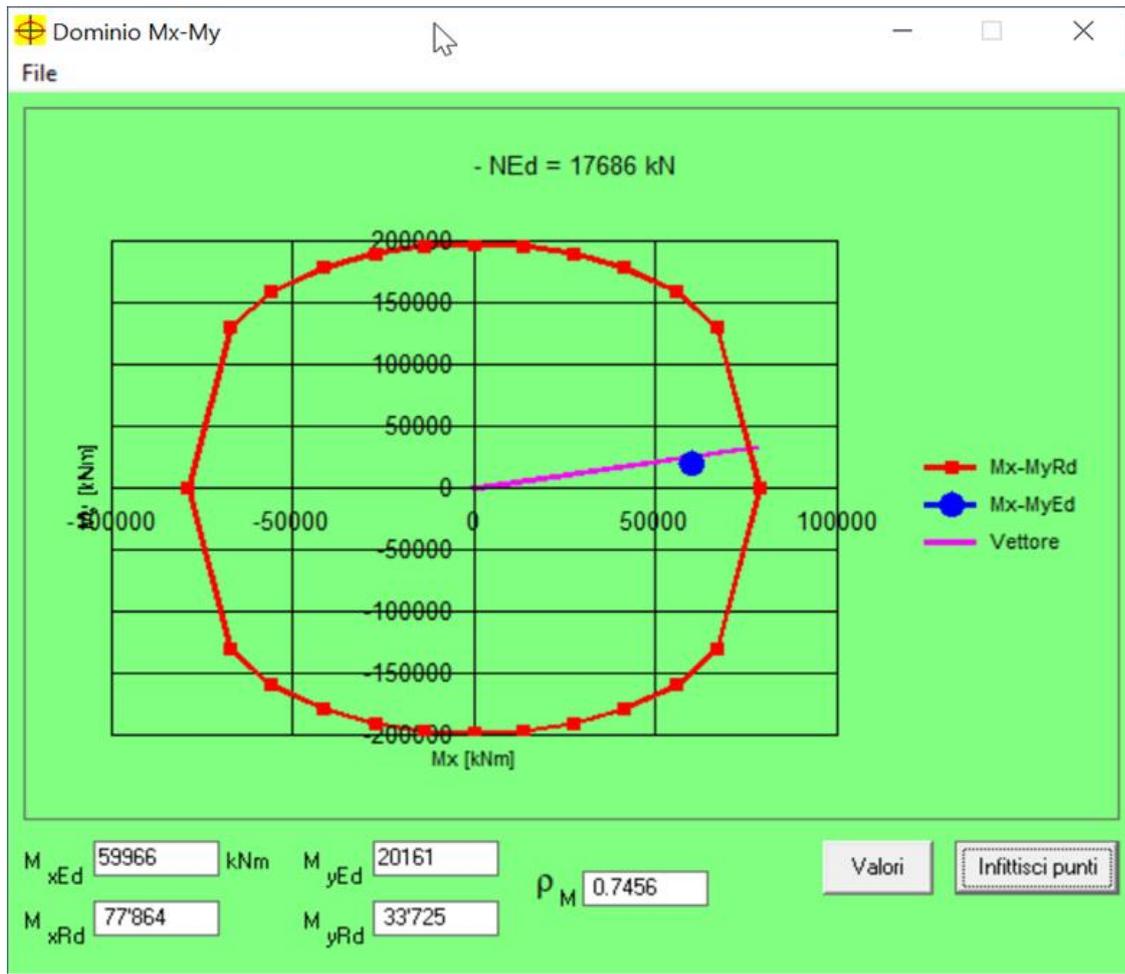
Precompresso

**Materiali**

**B450C** **C32/40**

ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰  
τ<sub>c1</sub>  ‰

M<sub>xRd</sub>  kN m  
M<sub>yRd</sub>  kN m  
σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>c</sub>  ‰  
ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d   
δ



roM 0.75  
 FS 1.34

## 6.4 VERIFICHE SLU A TAGLIO

Seguono le sollecitazioni di verifica alla base del fusto pile, calcolate secondo il criterio della gerarchia delle resistenze:

### Sollecitazioni - Condizione statica STR

SLU-STR	max	Combo.	F1	F2	F3	M1	M2
			kN	kN	kN	kNm	kNm
<i>max</i>	F1	SLU-STR-065	3786	-1158	-26033	15065	33713
<i>max</i>	F2	SLU-STR-014	1188	-204	-25167	11008	8890
<i>min</i>	F1	SLU-STR-002	507	-1225	-20873	15510	3752
<i>min</i>	F2	SLU-STR-019	1340	-1904	-29126	24327	10017

### Sollecitazioni - Condizione sismica SIS (da calcolo diretto con $q=1.5$ )

SLU-SIS	max	Combo.	F1	F2	F3	M1	M2
			kN	kN	kN	kNm	kNm
<i>max</i>	F1	SLU-SIS-011	7933	-2062	-17729	20466	60864
<i>max</i>	F2	SLU-SIS-135	-2192	6679	-17017	-62576	-14979
<i>min</i>	F1	SLU-SIS-102	-7306	2004	-17017	-18286	-52892
<i>min</i>	F2	SLU-SIS-038	2488	-6840	-18156	66037	19726

### Sollecitazioni - Condizione sismica SIS (da G.R.)

SLU-SIS	max	Combo.	F1	F2	F3	M1	M2
			kN	kN	kN	kNm	kNm
<i>max</i>	F1	SLU-SIS-011	7933	-2062	-17729	20466	60864
<i>max</i>	F2	SLU-SIS-135	-2192	6679	-17017	-62576	-14979
<i>min</i>	F1	SLU-SIS-102	-7306	2004	-17017	-18286	-52892
<i>min</i>	F2	SLU-SIS-038	2488	-6840	-18156	66037	19726

MRd,1	MRd,2	Vgr,1	Vgr,2
kNm	kNm	kN	kN
33727	77921	10156	3092
176991	41146	3288	10018
33699	76979	<b>10633</b>	3005
169401	50353	3732	<b>10260</b>

**Verifica - Direzione Longitudinale****Verifica a taglio per sezioni rettangolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)**

classe cls	$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	33	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	19	
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
larghezza membratura resistente a V	$b_w$	1100	mm
altezza membratura resistente a V	$H$	3300	mm
altezza utile	$d$	2970	mm
area della sezione	$A_s$	1.18E+07	mm <sup>2</sup>
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	1.70E+07	N
	$\sigma_{cp}$	1.44	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.08	
Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa	$A_{\varnothing w}$	201	mm <sup>2</sup>
0.9 d	$z$	2673	mm
passo delle staffe (spille)	$s_w$	80	mm
n° bracci		6	
angolo di inclinazione	$\theta$	45	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{sw} / s_w$	15.08	mm <sup>2</sup> /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	15773	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	14889	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	10633	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Bd}$	1.22	
taglio resistente	$V_{Rd}$	12211	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

La verifica è soddisfatta.

$$FS = 1.15$$

**Verifica - Direzione Trasversale****Verifica a taglio per sezioni rettangolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)**

classe cls	$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	33	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	19	
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
larghezza membratura resistente a V	$b_w$	1100	mm
altezza membratura resistente a V	$H$	8600	mm
altezza utile	$d$	7740	mm
area della sezione	$A_s$	1.18E+07	mm <sup>2</sup>
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	1.82E+07	N
	$\sigma_{cp}$	1.54	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.08	
Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa	$A_{\varnothing w}$	201	mm <sup>2</sup>
0.9 d	$z$	6966	mm
passo delle staffe (spille)	$s_w$	80	mm
n° bracci		4	
angolo di inclinazione	$\theta$	45	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{sw} / s_w$	10.05	mm <sup>2</sup> /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	27403	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	38987	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	10260	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Bd}$	1.25	
taglio resistente	$V_{Rd}$	21922	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

La verifica è soddisfatta.

FS

2.14

## 6.5 VERIFICHE SLE DELLE TENSIONI

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua controllando che le massime tensioni normali agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0.55 f_{ck}$
- tensione limite nelle barre:  $\sigma_s = 0.75 f_{yk}$

per le combinazioni SLE-QPE:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0.40 f_{ck}$
-

**SLE-RAR-070 Verifica al II stadio del c.a. (sezione parzializzata)**

Verifica C.A. S.L.U. - File: SLE-RAR1\_860x330\_286fi20

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

N° Vertici  Zoom N° barre  Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-430	65	1	3.14	-9.5	-143
2	-430	30	2	3.14	-24.3	-143.5
3	-415	21.3	3	3.14	-35	-143.5
4	-415	0.5	4	3.14	-35	-158.5
5	-375	0.5	5	3.14	-55	-158.5
6	-375	65	6	3.14	-75	-158.5

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>   kN  
M<sub>xEd</sub>   kNm  
M<sub>yEd</sub>

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
   
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$    
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$    
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$    
 $\tau_{c1}$

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
d  cm  
x  x/d   
 $\delta$

Verifica  
N° iterazioni:   
 Precompresso

Rck  MPa

fck  MPa

fyk  MPa

$\sigma_c$   MPa < 0.55 fck =

-18.26 MPa

$\sigma_s$   MPa < 0.75 fyk =

337.5 MPa

x  mm

Le verifiche sono soddisfatte.

**SLE-RAR-065 Verifica al II stadio del c.a. (sezione parzializzata)**

Verifica C.A. S.L.U. - File: SLE-RAR2\_860x330\_286fi20

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° Vertici  Zoom N° barre  Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-430	65	1	3.14	-9.5	-143
2	-430	30	2	3.14	-24.3	-143.5
3	-415	21.3	3	3.14	-35	-143.5
4	-415	0.5	4	3.14	-35	-158.5
5	-375	0.5	5	3.14	-55	-158.5
6	-375	65	6	3.14	-75	-158.5

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>   kN  
M<sub>xEd</sub>   kNm  
M<sub>yEd</sub>

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
   
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$    
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$    
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$    
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$    
 $\tau_{c1}$

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
d  cm  
x  x/d   
 $\delta$

Verifica  
N° iterazioni:   
 Precompresso

Rck  MPa  
fck  MPa  
fyk  MPa

$\sigma_c$   MPa < 0.55 fck = -18.26 MPa   
 $\sigma_s$   MPa < 0.75 fyk = 337.5 MPa

x  mm

Le verifiche sono soddisfatte.

## 6.6 VERIFICHE SLE A FESSURAZIONE

La verifica SLE a fessurazione si effettua controllando che il massimo valore di apertura delle fessure risulti inferiore ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- apertura fessure limite:  $w_{lim} = w_1 = 0.30 \text{ mm}$

**SLE-RAR-070**

**Verifica al I stadio del c.a. (sezione interamente reagente)**

Verifica C.A. S.L.U. - File: SLE-RAR1\_860x330\_286fi20

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

N° Vertici: 88 Zoom N° barre: 286 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-430	65	1	3.14	-9.5	-143
2	-430	30	2	3.14	-24.3	-143.5
3	-415	21.3	3	3.14	-35	-143.5
4	-415	0.5	4	3.14	-35	-158.5
5	-375	0.5	5	3.14	-55	-158.5
6	-375	65	6	3.14	-75	-158.5

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U. → Metodo n  
 ← Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 14663 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 20923 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 9901

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 B450C C32/40  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200 000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$\sigma_c$  -3.279 N/mm²  
 $\sigma_c$  1.006 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.07105 ‰

Verifica  
 N° iterazioni: 4  
 Precompresso

Non si presenta formazione di fessure poiché:

$$\sigma_c < f_{ctm}/1.2 = 3.1 \text{ MPa} / 1.2 = 2.58 \text{ MPa} \quad (\text{rif. § 4.1.2.2.4.1. [1]})$$

SLE-RAR-065

Verifica al I stadio del c.a. (sezione interamente reagente)

Verifica C.A. S.L.U. - File: SLE-RAR2\_860x330\_286fi20

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° Vertici  Zoom N° barre  Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-430	65	1	3.14	-9.5	-143
2	-430	30	2	3.14	-24.3	-143.5
3	-415	21.3	3	3.14	-35	-143.5
4	-415	0.5	4	3.14	-35	-158.5
5	-375	0.5	5	3.14	-55	-158.5
6	-375	65	6	3.14	-75	-158.5

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>   kN  
 M<sub>xEd</sub>   kNm  
 M<sub>yEd</sub>

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**  
 B450C  C32/40  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰  
 τ<sub>c1</sub>  ‰

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 ε<sub>s</sub>  ‰

**Verifica**  
 N° iterazioni:

Precompresso

Non si presenta formazione di fessure poiché:

$$\sigma_c < f_{ctm}/1.2 = 3.1 \text{ MPa} / 1.2 = 2.58 \text{ MPa} \quad (\text{rif. } \S 4.1.2.2.4.1. [1])$$

## 7 VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE

### 7.1 GEOMETRIA DELLA SEZIONE ED ARMATURA

#### GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Diametro del palo =	1500	mm
Copriferro netto c =	60	mm
Classe di resistenza calcestruzzo =	C25/30	Mpa
Classe di resistenza delle barre =	B450C	MPa

#### ARMATURA PER I PRIMI 10 $\emptyset$

##### *1° strato di armatura longitudinale*

Numero barre long.	30	-
Diametro barre long.	30	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	89	mm

##### *2° strato di armatura longitudinale*

Numero barre long.	30	-
Diametro barre long.	30	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	145	mm

##### *Armatura trasversale*

Diametro barre trasv.	14	mm
Passo arm. trasv.	200	mm
Diametro corona esterna =	1366	mm

#### VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.

$r_{min}$ =	1.00%	
$A_c$ =	1767146	mm <sup>2</sup>
$A_{s,min}$ =	17671	mm <sup>2</sup>
Armatura long. tot $A_{sd,tot}$ =	42412	mm <sup>2</sup>
$\rho_l$ =	2.40%	ok

**ARMATURA PER LA LUNGHEZZA RESTANTE***1° strato di armatura longitudinale*

Numero barre long.	30	-
Diametro barre long.	18	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	81	mm

*Armatura trasversale*

Diametro barre trasv.	12	mm
Passo arm. trasv.	200	mm
Diametro corona esterna =	1368	mm

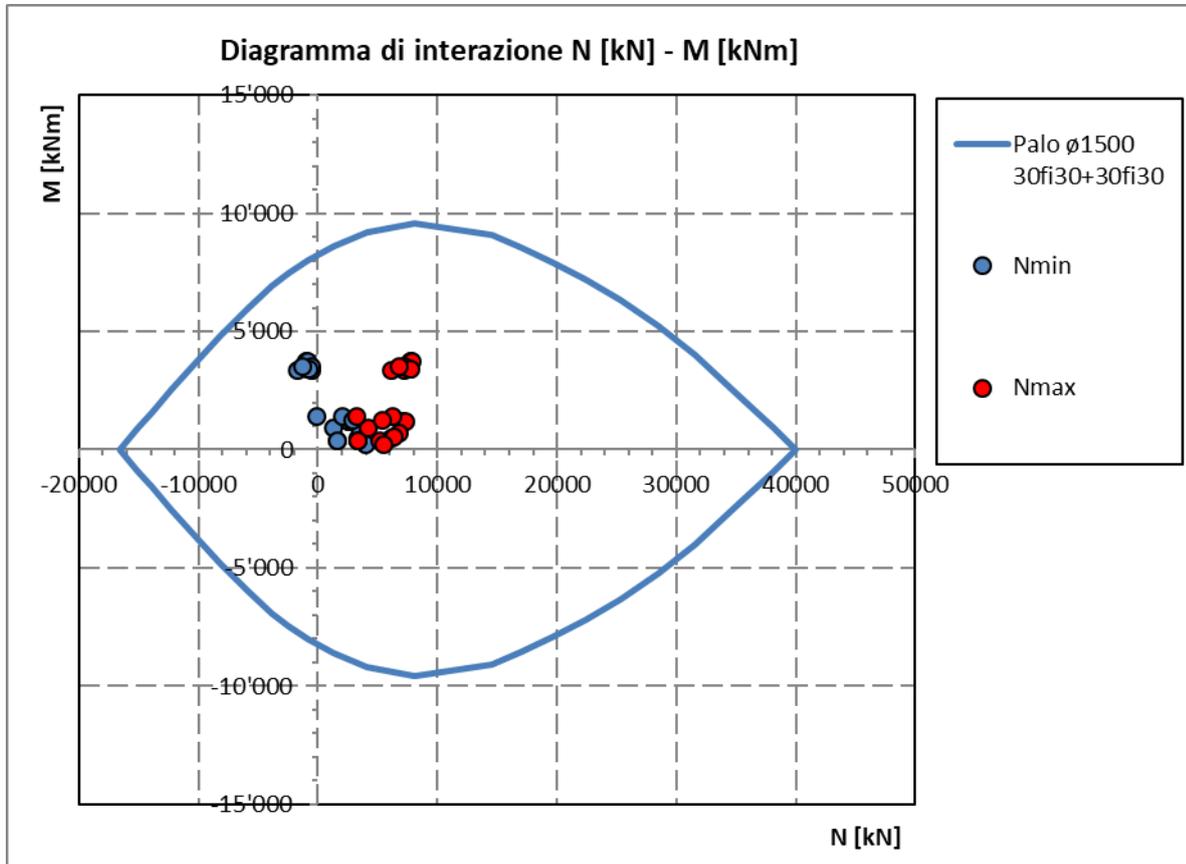
**VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.**

$r_{min} =$	0.40%	
$A_c =$	1767146	mm <sup>2</sup>
$A_{s,min} =$	7069	mm <sup>2</sup>
Armatura long. tot $A_{sd,tot} =$	7634	mm <sup>2</sup>
$r_t =$	0.43%	ok

	Armatura longitudinale							
	Gabbia 1		Gabbia 2		Gabbia 3		Gabbia 4	
	n.	Ø (mm)	n.	Ø (mm)	n.	Ø (mm)	n.	Ø (mm)
Pila 2	30+30	30	30	30	30	18	30	18
Pila 3	30+30	30	30	30	30	18	30	18
Pila 18	30+30	30	30	30	30	18	30	18
Pila 22	30+30	30	30	30	30	18	30	18
Pila 23	30+30	30	30	30	30	18	30	18
Pila 24	30+30	30	30	30	30	18	30	18

## 7.2 VERIFICHE SLU A PRESSOFLESSIONE

Sono riportate a seguire le verifiche SLU della sezione di sommità del palo maggiormente sollecitato, espresse in forma sintetica mediante il diagramma di interazione N – M.



La verifica è soddisfatta in quanto le coppie N-M delle sollecitazioni agenti nella sezione di verifica sono interne al dominio di resistenza per ogni condizione di carico indagata.

## 7.3 VERIFICHE SLU A TAGLIO

*Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)*

classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	N/mm <sup>2</sup>
diámetro	$\Phi$	1500	mm
Area sezione	A	1767146	mm <sup>2</sup>
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	1486983	mm <sup>2</sup>
altezza utile equivalente	d	1177	mm
larghezza equivalente	$b_w$	1264	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	1398	mm
sforzo assiale dovuto	N		N
ai carichi o precompressione	$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diámetro staffe (spille)	$\varnothing_w$	14	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	154	mm <sup>2</sup>
0.9 d	z	1059	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
	n°	2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	21.8	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	2.50	
angolo di inclinazione armatura	$\alpha$	90	°
rispetto asse palo	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{S_w} / s_w$	1.54	mm <sup>2</sup> /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	1595	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	3256	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	1369	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	<b>1595</b>	kN
	$V_{Ed}$	<	$V_{Rd}$
	<b>FS</b>	<b>1.16</b>	<b>verifica</b>

## 7.4 VERIFICHE SLE DELLE TENSIONI

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua controllando che le massime tensioni normali agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0.55 f_{ck}$
- tensione limite nelle barre:  $\sigma_s = 0.75 f_{yk}$

per le combinazioni SLE-QPE:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0.40 f_{ck}$
-

**SLE-RAR-070 Verifica al II stadio del c.a. (sezione parzializzata)**

Verifica C.A. S.L.U. - File: palo1500\_30fi30+30fi30\_RAR1

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 750 [mm]  
 Raggio interno: 0 [mm]  
 N° barre uguali: 0  
 Diametro barre: 0 [mm]  
 Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 60 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	707	0	661
2	707	137	647
3	707	269	604
4	707	389	535
5	707	491	442
6	707	572	331

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 1178 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 0 842 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 B450C C25/30  
 ε<sub>su</sub>: 10 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
 f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub>: 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 13.28  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
 ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 9.75  
 σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.6  
 τ<sub>c1</sub>: 1.829

σ<sub>c</sub>: -2.544 N/mm²  
 σ<sub>s</sub>: 28.23 N/mm²  
 ε<sub>s</sub>: 0.1411 ‰  
 d: 1 411 mm  
 x: 811 x/d: 0.5748  
 δ: 1

Vertici: 50  
 Verifica  
 N° iterazioni: 3  
 Precompresso

Rck 30 MPa  
 fck 24.9 MPa  
 fyk 450 MPa

σ<sub>c</sub> -2.5 MPa < 0.55 fck = -13.695 MPa VERO  
 σ<sub>s</sub> 28.2 MPa < 0.75 fyk = 337.5 MPa VERO

x 811 mm Le verifiche sono soddisfatte.

**SLE-RAR-065 Verifica al II stadio del c.a. (sezione parzializzata)**

Verifica C.A. S.L.U. - File: palo1500\_30fi30+30fi30\_RAR2

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 750 [mm]  
 Raggio interno: 0 [mm]  
 N° barre uguali: 0  
 Diametro barre: 0 [mm]  
 Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 60 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	707	0	661
2	707	137	647
3	707	269	604
4	707	389	535
5	707	491	442
6	707	572	331

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Vertici: 50  
 Verifica  
 N° iterazioni: 3  
 Precompresso

Materiali

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$  10 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200 000 N/mm²  $f_{cd}$  13.28  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9.75  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6  
 $\tau_{c1}$  1.829

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

$\sigma_c$  -2.66 N/mm²  
 $\sigma_s$  16.69 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.08343 ‰  
 d 1 411 mm  
 x 994.9 x/d 0.7051  
 $\delta$  1

Rck 30 MPa  
 fck 24.9 MPa  
 fyk 450 MPa

$\sigma_c$  -2.7 MPa < 0.55 fck = -13.695 MPa VERO  
 $\sigma_s$  16.7 MPa < 0.75 fyk = 337.5 MPa VERO

x 994.9 mm Le verifiche sono soddisfatte.

## 7.5 VERIFICHE SLE A FESSURAZIONE

La verifica SLE a fessurazione si effettua controllando che il massimo valore di apertura delle fessure risulti inferiore ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- apertura fessure limite:  $w_{lim} = w_1 = 0.30 \text{ mm}$

**SLE-RAR-070**

**Verifica al I stadio del c.a. (sezione interamente reagente)**

**Verifica C.A. S.L.U. - File: palo1500\_30fi30+30fi30\_RAR1**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

**TITOLO :** \_\_\_\_\_

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 750 [mm]  
 Raggio interno: 0 [mm]  
 N° barre uguali: 0  
 Diametro barre: 0 [mm]  
 Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 60 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	707	0	661
2	707	137	647
3	707	269	604
4	707	389	535
5	707	491	442
6	707	572	331

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0  
 M<sub>xEd</sub>: 0  
 M<sub>yEd</sub>: 0

1178 kN  
 842 kNm  
 0

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ : 10 ‰  $\epsilon_{c2}$ : 2 ‰  
 $f_{yd}$ : 391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰  
 $E_s$ : 200 000 N/mm²  $f_{cd}$ : 13.28  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 9.75  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm²  $\tau_{co}$ : 0.6  
 $\tau_{c1}$ : 1.829

$\sigma_c$ : -2.175 N/mm²  
 $\sigma_c$ : 1.193 N/mm²  
 $\epsilon_s$ : 0.07448 ‰

Vertici: 50  
 Verifica  
 N° iterazioni: 3  
 Precompresso

Non si presenta formazione di fessure poiché:

$$\sigma_c < f_{ctm}/1.2 = 2.56 \text{ MPa} / 1.2 = 2.13 \text{ MPa} \quad (\text{rif. § 4.1.2.2.4.1. [1]})$$

SLE-RAR-065

Verifica al I stadio del c.a. (sezione interamente reagente)

Verifica C.A. S.L.U. - File: palo1500\_30fi30+30fi30\_RAR2

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sezione circolare cava  
 Raggio esterno: 750 [mm]  
 Raggio interno: 0 [mm]  
 N° barre uguali: 0  
 Diametro barre: 0 [mm]  
 Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 60 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	707	0	661
2	707	137	647
3	707	269	604
4	707	389	535
5	707	491	442
6	707	572	331

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 1862 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 0 846 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 B450C C25/30  
 $\epsilon_{su}$ : 10 ‰  $\epsilon_{c2}$ : 2 ‰  
 $f_{yd}$ : 391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰  
 $E_s$ : 200 000 N/mm²  $f_{cd}$ : 13.28  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 9.75  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm²  $\tau_{co}$ : 0.6  
 $\tau_{c1}$ : 1.829

$\sigma_c$ : -2.468 N/mm²  
 $\sigma_c$ : 0.9158 N/mm²  
 $\epsilon_s$ : 0.05363 ‰

Vertici: 50  
 Verifica  
 N° iterazioni: 3  
 Precompresso

Non si presenta formazione di fessure poiché:

$$\sigma_c < f_{ctm}/1.2 = 2.56 \text{ MPa} / 1.2 = 2.13 \text{ MPa} \quad (\text{rif. § 4.1.2.2.4.1. [1]})$$

## 8 VERIFICHE DEL PLINTO DI FONDAZIONE

### 8.1 VERIFICHE SLU E SLE A TIRANTE-PUNTONE

Le verifiche SLU e SLE si effettuano controllando che le massime tensioni normali agenti nel tirante di armatura e nella biella compressa di calcestruzzo risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLU e SLV:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = f_{cd}' = 0.5 f_{cd}$
- tensione limite nelle barre:  $\sigma_s = f_{yd}$

per le combinazioni SLE-RAR:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0.55 f_{ck}$
- tensione limite nelle barre:  $\sigma_s = 0.75 f_{yk}$

per le combinazioni SLE-QPE:

- tensione limite nel calcestruzzo:  $\sigma_c = 0.40 f_{ck}$

Si distinguono due meccanismi di tipo tirante-puntone principali nel plinto di fondazione, illustrati nelle figure seguenti e descritti a seguire:

- un primo meccanismo è innescato dalle azioni trasmesse al plinto dai pali centrali e coinvolge un tirante-puntone parallelo alla direzione longitudinale (evidenziato in verde). Tale meccanismo coinvolge la sola armatura longitudinale inferiore del plinto.
- un secondo meccanismo coinvolge i pali di spigolo ed innesca un tirante-puntone con direzione diagonale (evidenziato in rosso), individuata da un angolo  $\alpha$  misurato rispetto alla direzione trasversale. Tale meccanismo coinvolge sia l'armatura longitudinale inferiore del plinto che l'armatura trasversale, pertanto, ai fini delle verifiche del tirante di armatura e della biella di calcestruzzo, si considera composto dalla somma vettoriale di due meccanismi ortogonali disaccoppiati.

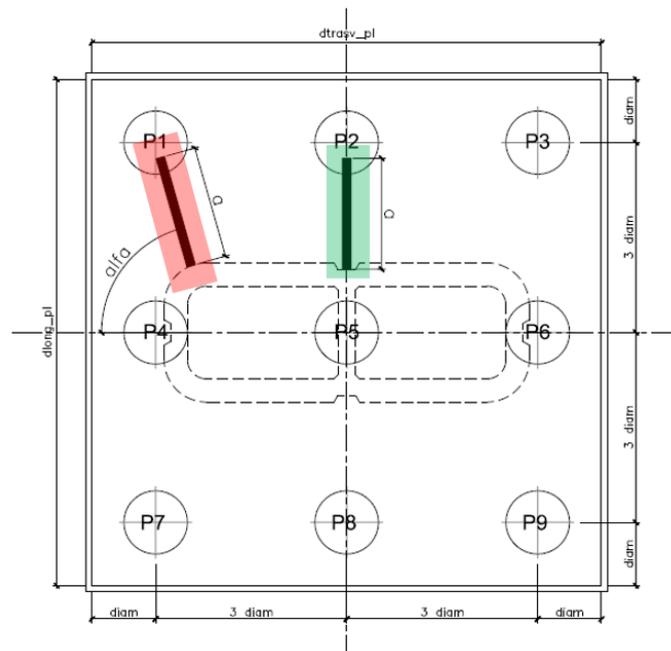


Figura 2 – Vista in pianta - Tirante-puntone longitudinale (verde) e diagonale (rosso)

### 8.1.1 VERIFICHE RELATIVE AI PALI DI SPIGOLO

Seguono le forze assiali agenti alla testa dei pali nelle condizioni di carico più severe per ogni combinazione di carico:

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>
<b>SLU-STR</b>	7285	582
<b>SLU-GEO</b>	5946	839
<b>SIS-SLV</b>	7851	-2022
	kN	kN

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>
<b>SLE-QP</b>	3222	2809
<b>SLE-RAR</b>	5124	1178
	kN	kN

Seguono le verifiche delle armature superiori ed inferiori del plinto di fondazione:

#### Armatura inferiore

	<b>Nmax</b>	<b>PEd</b>	<b>T</b>	<b><math>\sigma_{s\_long}</math></b>	<b><math>\sigma_{s\_trasv}</math></b>	<b>&lt; fyd</b>	<b>C</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>&lt; fcd'</b>
<b>SLU-STR</b>	7285	6028	7851	245	138	VERO	9898	4.5	VERO
<b>SLU-GEO</b>	5946	4689	6107	191	107	VERO	7699	3.5	VERO
<b>SIS-SLV</b>	7851	6594	8588	268	151	VERO	10828	4.9	VERO
	kN	kN	kN	Mpa	Mpa		kN	Mpa	

#### Armatura superiore

	<b>Nmin</b>	<b>PEd</b>	<b>T</b>	<b><math>\sigma_{s\_long}</math></b>	<b><math>\sigma_{s\_trasv}</math></b>	<b>&lt; fyd</b>	<b>C</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>&lt; fcd'</b>
<b>SLU-STR</b>	582	-							
<b>SLU-GEO</b>	839	-							
<b>SIS-SLV</b>	-2022	3279	4270	309	312	VERO	5384	2.4	VERO
	kN	kN	kN	Mpa	Mpa		kN	Mpa	

#### Armatura inferiore

	<b>Nmax</b>	<b>PEd</b>	<b>T</b>	<b><math>\sigma_{s\_long}</math></b>	<b><math>\sigma_{s\_trasv}</math></b>	<b>&lt; 0.75 fyk</b>	<b>C</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>&lt; fck'</b>
<b>SLE-QP</b>	3222	1965	2559	80	45	VERO	3226	1.5	VERO
<b>SLE-RAR</b>	5124	3867	5036	157	88	VERO	6350	2.9	VERO
	kN	kN	kN	Mpa	Mpa		kN	Mpa	

#### Armatura superiore

	<b>Nmax</b>	<b>PEd</b>	<b>T</b>	<b><math>\sigma_{s\_long}</math></b>	<b><math>\sigma_{s\_trasv}</math></b>	<b>&lt; 0.75 fyk</b>	<b>C</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>&lt; fck'</b>
<b>SLE-QP</b>	2809	-							
<b>SLE-RAR</b>	1178	-							
	kN	kN	kN	Mpa	Mpa		kN	Mpa	

Le verifiche sono soddisfatte.

### 8.1.2 VERIFICHE RELATIVE AI PALI DI INTERMEDI

Forze assiali agenti alla testa dei pali nelle condizioni di carico più severe per ogni combinazione di carico.

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>
<b>SLU-STR</b>	6582	2650
<b>SLU-GEO</b>	5337	1398
<b>SIS-SLV</b>	6846	-1071
	kN	kN

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>
<b>SLE-QP</b>	3222	2809
<b>SLE-RAR</b>	4650	1834
	kN	kN

Seguono le verifiche delle armature superiori ed inferiori del plinto di fondazione:

#### Armatura inferiore

	<b>Nmax</b>	<b>PEd</b>	<b>T</b>	<b><math>\sigma_{s\_long}</math></b>	<b><math>\sigma_{s\_trasv}</math></b>	<b>&lt; fyd</b>	<b>C</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>&lt; fcd'</b>
<b>SLU-STR</b>	6582	5325	6825	185	-	VERO	8656	3.2	VERO
<b>SLU-GEO</b>	5337	4080	5230	142	-	VERO	6634	2.5	VERO
<b>SIS-SLV</b>	6846	5589	7163	194	-	VERO	9085	3.4	VERO
	kN	kN	kN	Mpa	Mpa		kN	Mpa	

#### Armatura superiore

	<b>Nmin</b>	<b>PEd</b>	<b>T</b>	<b><math>\sigma_{s\_long}</math></b>	<b><math>\sigma_{s\_trasv}</math></b>	<b>&lt; fyd</b>	<b>C</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>&lt; fcd'</b>
<b>SLU-STR</b>	2650	-							
<b>SLU-GEO</b>	1398	-							
<b>SIS-SLV</b>	-1071	2328	2983	187	-	VERO	3784	1.4	VERO
	kN	kN	kN	Mpa	Mpa		kN	Mpa	

#### Armatura inferiore

	<b>Nmax</b>	<b>PEd</b>	<b>T</b>	<b><math>\sigma_{s\_long}</math></b>	<b><math>\sigma_{s\_trasv}</math></b>	<b>&lt; 0.75 fyk</b>	<b>C</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>&lt; fck'</b>
<b>SLE-QP</b>	3222	1965	2518	68	-	VERO	3194	1.2	VERO
<b>SLE-RAR</b>	4650	3393	4348	118	-	VERO	5515	2.1	VERO
	kN	kN	kN	Mpa	Mpa		kN	Mpa	

#### Armatura superiore

	<b>Nmin</b>	<b>PEd</b>	<b>T</b>	<b><math>\sigma_{s\_long}</math></b>	<b><math>\sigma_{s\_trasv}</math></b>	<b>&lt; 0.75 fyk</b>	<b>C</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>&lt; fck'</b>
<b>SLE-QP</b>	2809	-							
<b>SLE-RAR</b>	1834	-							
	kN	kN	kN	Mpa	Mpa		kN	Mpa	

Le verifiche sono soddisfatte.

## 8.2 VERIFICHE SLU A PUNZONAMENTO

Conservativamente, la verifica è stata riferita al palo di bordo maggiormente sollecitato e lo sviluppo del perimetro efficace  $u$  è stato definito considerando una distanza dall'impronta caricata (coincidente con la sezione di testa del palo) pari a  $d = a \cdot 0.9 H_{pl}$  ( $H_{pl}$  = altezza plinto,  $a < 2$ ), come illustrato nella seguente figura.

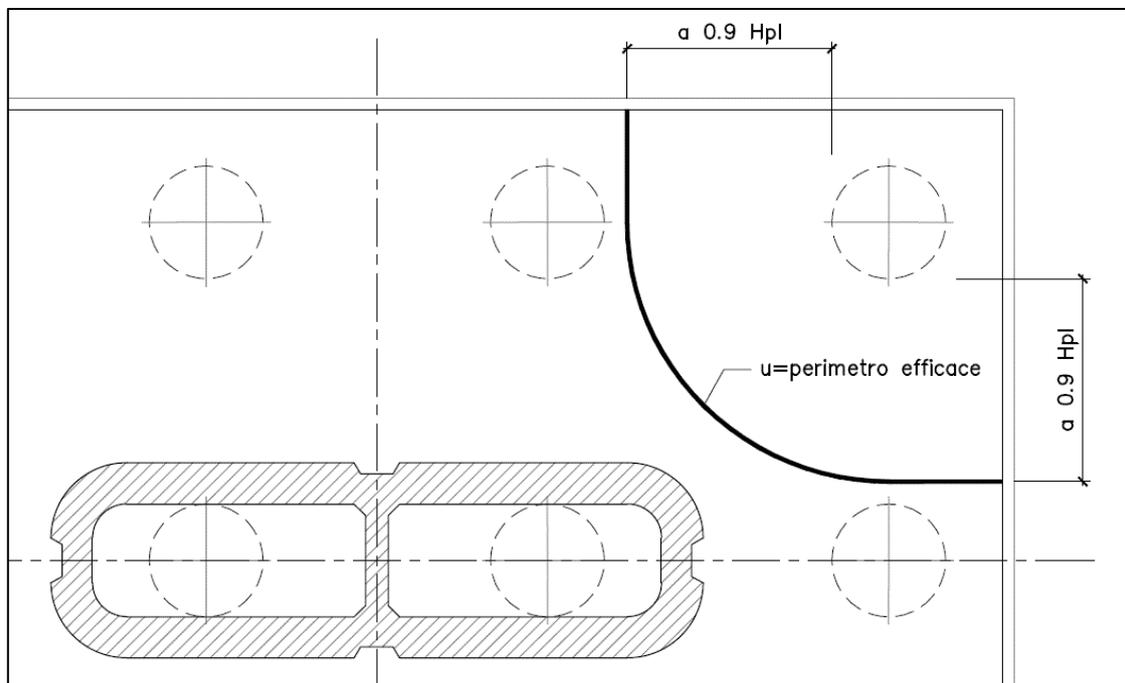


Figura 3 – Perimetro efficace per la verifica a taglio-punzonamento

A seguire si riportano il valore della forza concentrata  $V_{Ed}$  [kN] agente alla testa del palo maggiormente sollecitato nella condizione di verifica più severa, il valore del coefficiente  $a$  che individua la geometria del perimetro efficace e lo sviluppo  $u$  [m] di quest'ultimo.

$V_{Ed}$	6594	kN
$u$	11.7	m
$v_{Ed}$	<b>0.233</b>	MPa

<b>Verifica a punzonamento per sezioni rettangolari SENZA armatura a taglio (NTC08 - EC2-rev05)</b>			
classe cls	C	35	Mpa
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
perimetro di verifica	u1	11700	mm
altezza soletta	H	2500	mm
altezza utile	d	2422	mm
diametro ferro longitudinale teso	$\phi_{lon}$	28	mm
	strati	2	
	passo	150	mm
percentuale di armatura trasversale teso	$\rho_{lx}$	0.34%	
diametro ferro trasversale	$\phi_{tra}$	20	mm
	strati	2	
	passo	150	mm
percentuale di armatura trasv	$\rho_{tx}$	0.17%	
percentuale di armatura totale	$\rho_l$	<b>0.24%</b>	
Eventuale compressione long	$\sigma_{c\_lon}$	0	Mpa
Eventuale compressione trasv	$\sigma_{c\_tra}$	0	Mpa
	$\sigma_c$	0.00	N/mm <sup>2</sup>
	k1	0.15	
	$C_{r,dc}$	0.12	
	k	1.29	
	v min	0.30	Mpa
	$V_{rd\_c}$	0.315	Mpa
	$V_{min+k1\sigma_{cp}}$	0.302	Mpa
Tensione resistente taglio-punzonamento	$V_{rd\_c}$	<b>0.315</b>	N/mm <sup>2</sup>
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	6594	kN
	$V_{ed}$	<b>0.233</b>	Mpa
<b>La verifica è soddisfatta</b>	$V_{rd\_c}$	>	$V_{ed}$

## 8.3 VERIFICHE SLE A FESSURAZIONE

La verifica SLE a fessurazione si effettua controllando che il massimo valore di apertura delle fessure risulti inferiore ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- apertura fessure limite:  $w_{lim} = w_1 = 0.30 \text{ mm}$

Le verifiche riportate a seguire sono riferite al meccanismo tirante-puntone che coinvolge i pali di spigolo (meccanismo diagonale), ossia il più severo tra i due presi in considerazione.

### 1. Armatura longitudinale inferiore

INPUT		
<b>Rck</b>	35	Mpa
<b>h</b>	2500	mm
<b>c1</b>	54	mm
<b>ø1</b>	28	mm
<b>n1</b>	6.667	
<b>c2</b>	102	mm
<b>ø2</b>	28	mm
<b>n2</b>	6.667	1/m
<b>c3</b>	136	
<b>ø3</b>	0	
<b>n3</b>	6.667	
<b>d</b>	2422	mm
<b>b<sub>eff</sub></b>	150	mm
<b>x</b>		mm
<b>σ<sub>max1</sub></b>	157	Mpa
<b>σ<sub>max2</sub></b>	157	Mpa
<b>h<sub>c,eff</sub></b>	195.0	mm
<b>A<sub>c,eff</sub></b>	29250	mm <sup>2</sup>
<b>ρ<sub>p,eff</sub></b>	0.042	
<b>kt</b>	0.6	
<b>k1</b>	0.8	
<b>k2</b>	1	
<b>k3</b>	3.4	
<b>k4</b>	0.425	

OUTPUT		
diff. def. armature-cls		
<b>ε<sub>sm</sub></b>	<b>5.15E-04</b>	-
distanza max fessure		
<b>s<sub>r,max</sub></b>	<b>518</b>	mm
ampiezza fessure:		
<b>w<sub>k</sub></b>	<b>0.267</b>	mm
<b>w<sub>lim</sub></b>	<b>0.300</b>	mm
La verifica è soddisfatta.		

## 1. Armatura trasversale inferiore

INPUT		
$R_{ck}$	35	Mpa
$h$	2500	mm
$c_1$	78	mm
$\varnothing_1$	20	mm
$n_1$	6.667	
$c_2$	126	mm
$\varnothing_2$	20	mm
$n_2$	6.667	1/m
$c_3$	136	mm
$\varnothing_3$	0.000	mm
$n_3$	6.667	1/m
$d$	2398	mm
$b_{eff}$	150	mm
$x$		mm
$\sigma_{s\_max1}$	88	Mpa
$\sigma_{s\_max2}$	88	Mpa
$h_{c,eff}$	255.0	mm
$A_{c,eff}$	38250	mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0.016	
$k_t$	0.6	
$k_1$	0.8	
$k_2$	1	
$k_3$	3.4	
$k_4$	0.425	

OUTPUT		
diff. def. armature-clc		
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	<b>2.58E-04</b>	-
distanza max fessure		
$s_{r,max}$	<b>884</b>	mm
ampiezza fessure:		
$w_k$	<b>0.228</b>	mm
$w_{lim}$	<b>0.300</b>	mm
La verifica è soddisfatta.		