

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO, IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014**

### RELAZIONE

VI - VIADOTTI

VI01 - VIADOTTO DAL Km. 6+650 AL Km. 8+490.66

Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI	

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

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	C	L	V	I	0	1	B	5	0	0	1	A	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	S. CHECCHI	14/06/18	PINTI	15/06/18	D'ANGELO	15/06/18	COPPA	
									30/06/18

File: IF1M.0.0.E.ZZ.CL.VI.01.B.5.001.A

n. Elab.:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE          OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI          CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>2 di 135</b>

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>10</b>
4.1	<b>CALCESTRUZZO .....</b>	<b>10</b>
4.1.1	<b>Strutture di elevazione.....</b>	<b>10</b>
4.1.2	<b>Plinto di fondazione.....</b>	<b>10</b>
4.1.3	<b>Pali di fondazione.....</b>	<b>11</b>
4.2	<b>ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE .....</b>	<b>12</b>
4.3	<b>COPRIFERRI MINIMI.....</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>13</b>
5.1	<b>STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI.....</b>	<b>13</b>
5.2	<b>LIQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI.....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO.....</b>	<b>15</b>
6.1	<b>CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO .....</b>	<b>15</b>
6.2	<b>AZIONE DEL VENTO SULLA PILA Q<sub>6</sub>.....</b>	<b>15</b>
6.3	<b>AZIONI SISMICHE Q<sub>7</sub>.....</b>	<b>16</b>
6.3.1	<b>Spettri di risposta elastici .....</b>	<b>24</b>
6.3.2	<b>Spettri di risposta di progetto.....</b>	<b>26</b>
6.3.3	<b>Combinazione delle componenti dell'azione sismica e valutazione delle masse 31</b>	
6.4	<b>VARIAZIONI TERMICHE <math>\epsilon_3</math>.....</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>32</b>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	3 di 135

<b>8</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>38</b>
8.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	38
8.1.1	<i>Verifica a fessurazione .....</i>	38
8.1.2	<i>Verifica delle tensioni in esercizio.....</i>	39
8.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI .....	41
8.2.1	<i>Sollecitazioni flettenti .....</i>	41
8.2.2	<i>Sollecitazioni taglianti .....</i>	41
<b>9</b>	<b>CRITERI DI MODELLAZIONE .....</b>	<b>43</b>
9.1	MODELLO STRUTTURALE DI ANALISI .....	43
9.2	MODELLAZIONE FEM .....	45
<b>10</b>	<b>ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DELLA PILA....</b>	<b>46</b>
10.1	SOLLECITAZIONI AGENTI .....	51
10.2	VERIFICA DEL FUSTO .....	60
<b>11</b>	<b>ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEL SISTEMA DI FONDAZIONE.....</b>	<b>93</b>
11.1	SOLLECITAZIONI AGENTI .....	95
11.2	VERIFICHE STRUTTURALI.....	104
11.2.1	<i>Plinto di fondazione .....</i>	104
11.2.2	<i>Pali.....</i>	119
<b>12</b>	<b>INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>135</b>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV.    PAGINA <b>A        4 di 135</b>

## **1    PREMESSA**

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali della pile tipo B.3, previste lungo i viadotti VI01-04, nell'ambito della redazione dei documenti tecnici relativi alla progettazione esecutiva della linea ferroviaria Napoli-Bari, tratta Napoli-Cancello, in variante tra le pk 0+000 e 15+585.

In particolare, lungo il viadotto VI01 sono presenti due pile del tipo in esame: P36-P55.

Le strutture sono state progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, "Norme Tecniche per le Costruzioni"- DM 14.1.2008 e Circolare n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 5 di 135</b>

## 2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La tipologia di pila in esame prevede una sezione pseudorettangolare cava biconnessa, con larghezza pari a 3.30m in direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto e lunghezza di 11.50m in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto; i setti esterni prevedono uno spessore di 0.40m; quello centrale uno spessore pari a 0.50m (Geometria tipo B).

Geometria fusto pila		Proprietà geometriche					
Sigla	Descrizione	A	s	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	B <sub>T</sub>	B <sub>L</sub>
		Sezione fusto	Spessore pulvino	Inerzia dir. trasversale	Inerzia dir. longitudinale	Lunghezza pila	Larghezza pila
[-]	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[m]	[m]
B	Cava biconnessa 3,3x11,5	11.451	1.2	1.347E+14	1.899E+13	11.5	3.3

L'altezza delle pile oggetto di analisi è variabile da 5.6m a 11.6m lungo il viadotto VI01.

Il sistema di fondazione previsto è del tipo indiretto, con plinti di spessore pari a 2m e dimensioni in pianta 12x16.5m, su n.12 pali di diametro  $\phi$ 1500 (Pilinto tipo F1).

Tipologia sistema di fondazione		Geometria plinto			Pali	
Sigla	Descrizione	B <sub>L</sub>	B <sub>T</sub>	s	n	$\phi$
		Dimensione in pianta in direz. parallela all'asse del viadotto	Dimensione in pianta in direz. trasversale rispetto all'asse del viadotto	Spessore	Numero pali	diametro
[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[mm]
F1	12x16.5x2	12	16.5	2	12	1500

La tipologia di impalcati afferenti il gruppo di pile in esame è individuata nel prospetto di seguito:

Coppia impalcati afferenti					
Sigla	Impalcato lato fisso pila			Impalcato lato mobile pila	
[-]	Luce [m]	Tipo [-]		Luce [m]	Tipo [-]
3	25	Cassoncini cls precompressi		40	Acciaio-cls (travi)

Nelle Figure riportate di seguito si forniscono le immagini delle carpenterie della tipologia di pila in esame. Si rimanda agli elaborati grafici per l'ottenimento di dettagli ulteriori.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>6 di 135</b>

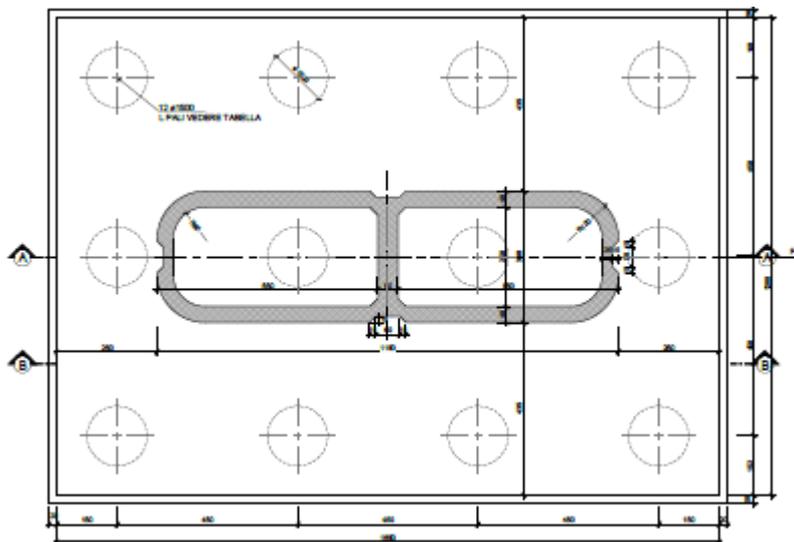


Figura 1: Vista in pianta

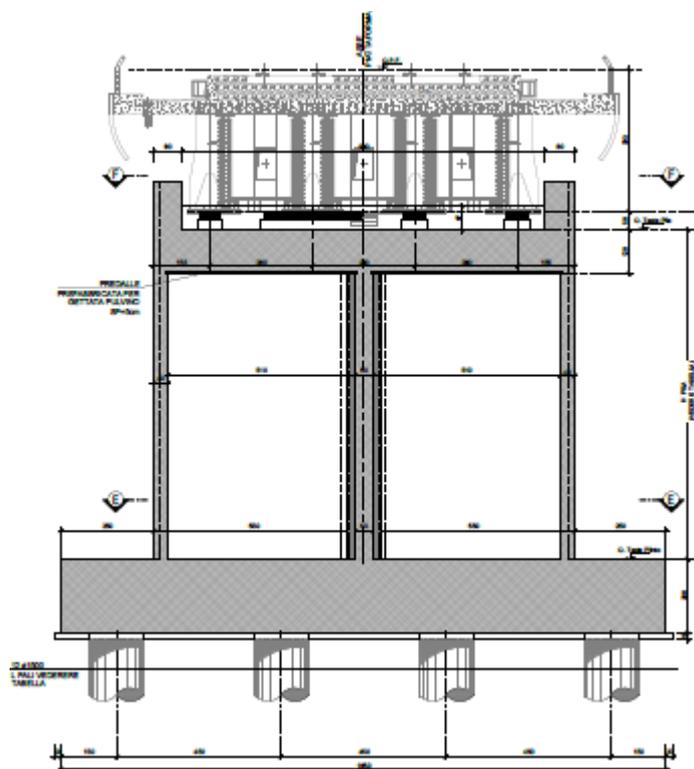


Figura 2: Sezione in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>									
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>				PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>7 di 135</b>

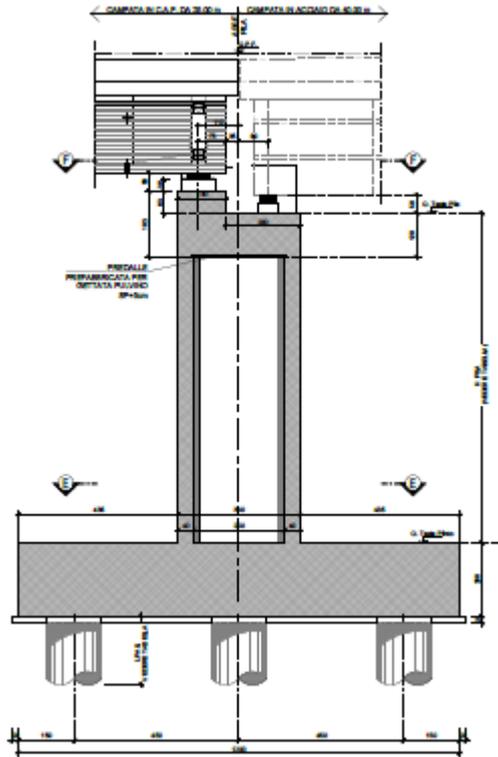


Figura 3: Sezione in direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto

Di seguito si fornisce l'elenco delle pile del tipo in esame relativamente al viadotto VI01.

Per l'individuazione dei criteri adottati per la classificazione tipologica delle pile si faccia riferimento all'elaborato dedicato.

VI	N°pila	Sigla geometria pila	Sigla coppia impalcati afferenti	Altezza pila (m)	Sigla plinto relativo	Condizioni terreno	Diametro pali (mm)	Rapporto Momento/Taglio testa palo $\alpha$ (m)	PK pila	Tipologia armatura
01	36	B	3	11.6	F1	Potenzialmente liquefacibile	1500	3.8	7+915.65	Armatura tipo 1
01	55	B	3	5.6	F1	Potenzialmente liquefacibile	1500	3.5	8+450.66	Armatura tipo 2

Nei paragrafi successivi, le verifiche strutturali esibite sono quelle relative alla pila caratterizzata dall'altezza massima fra quelle della tipologia in esame che prevedono la medesima tipologia di armatura.

In favore di sicurezza, per le pile di cui si mostrano le verifiche strutturali, si adotta il valore massimo del coefficiente  $\alpha$ , indicativo del rapporto momento taglio in testa al palo, tra quelli relativi alle pile del tipo in esame con la stessa tipologia di armatura. Le condizioni del terreno considerate sono quelle associate al valore di  $\alpha$  adottato.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<p style="text-align: center;"><b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b></p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.01.B5.001</td> <td>A</td> <td>8 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	8 di 135
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	8 di 135								

I dati identificativi delle pile di cui si mostrano le verifiche strutturali, evidenziati in grassetto nel prospetto riportato sopra, sono sintetizzati nel capitolo di analisi dei risultati.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>9 di 135</b>

### 3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'analisi dell'opera e le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in accordo con le vigenti disposizioni legislative e in particolare con le seguenti norme e circolari:

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare M.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008".

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:

- UNI EN 1990 – Aprile 2006: Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1 – Agosto 2004: Eurocodice 1 – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi variabili.
- UNI EN 1991-1-4 – Luglio 2005: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-2 – Gennaio 2006: Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- UNI-EN 1997-1 – Febbraio 2005: Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- UNI-EN 1998-1 – Marzo 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI-EN 1998-5 – Gennaio 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Legge 5-1-1971 n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64.: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- UNI EN 206-1-2016: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- RFI DTC SI MA IFS 001 A – Dicembre 2016: Manuale di progettazione delle opere civili.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 10 di 135</b>

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali impiegati, ricavate con riferimento alle indicazioni contenute D.M.14 gennaio 2008. Le classi di esposizione dei calcestruzzi sono coerenti con la UNI EN 206-1-2001.

### 4.1 CALCESTRUZZO

#### 4.1.1 Strutture di elevazione

Per il getto in opera del fusto della pila si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC4

C32/40  $f_{ck} \geq 32$  MPa  $R_{ck} \geq 40$  MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	<b>40</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33.20	N/mm <sup>2</sup>
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.20	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22.13	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18.81	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [ $R_{ck} < 50/60$ ]	3.10	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.17	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.72	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.45	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	N/mm <sup>2</sup>

#### 4.1.2 Plinto di fondazione

Per il getto in opera del plinto di fondazione della pila si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 11 di 135</b>

Classe d'esposizione: XC2

C28/35  $f_{ck} \geq 28$  MPa  $R_{ck} \geq 35$  MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	29.05	N/mm <sup>2</sup>
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	37.05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	19.37	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lunqo durata)} = 0.85 f_{cd}$	16.46	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	2.83	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1.98	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3.40	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.32	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	32588	N/mm <sup>2</sup>

#### 4.1.3 Pali di fondazione

Per il getto in opera dei pali di fondazione della pila si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

C25/30  $f_{ck} \geq 25$  MPa  $R_{ck} \geq 30$  MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	<b>30</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	24.90	N/mm <sup>2</sup>
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	32.90	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	16.60	N/mm <sup>2</sup>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 12 di 135</b>

Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lunqo durata)} = 0.85 f_{cd}$	14.11	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} \quad [R_{ck} < 50/60]$	2.56	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0.05} = 0.7 f_{ctm}$	1.79	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.07	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0.05} / 1.5$	1.19	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	31447	N/mm <sup>2</sup>

#### 4.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

Classe acciaio per armature ordinarie	B450C
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di rottura	$f_t \geq 540 \text{ MPa}$
Modulo di elasticità	$E_a = 210000 \text{ MPa}$

#### 4.3 COPRIFERRI MINIMI

Si riportano di seguito i copriferri minimi per le strutture in calcestruzzo armato:

Strutture di elevazione	4.0 cm
Plinto di fondazione	4.0 cm
Pali di fondazione	6.0 cm

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 13 di 135</b>

## 5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 5.1 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Si esibiscono di seguito le caratteristiche geotecniche relative al terreno di fondazione di ogni tratta omogenea in cui ricadono le pile in esame. Le formazioni indicate nei prospetti di seguito fanno riferimento alle unità geotecniche descritte nel seguente elenco:

- Unità **DI** – Piroclastiti rimaneggiati sabbioso limose;
- Unità **Po** – Piroclastiti recenti sabbioso limose;
- Unità **Ts** – Tufo sfatto;
- Unità **TL** – Tufo litoide;
- Unità **Pb** – Piroclastiti di base sabbioso limose.

Si riportano, inoltre, per ciascuna tratta omogenea del viadotto, in cui ricadono le pile del tipo in esame, i dati relativi alla profondità di falda e la quota testa palo rispetto al piano campagna considerata.

#### VI01 – P36

strato	Formazione	spessore strato	zbase strato	$\gamma$	$\phi$
		(m)	(m da pc)	(kN/m <sup>3</sup> )	(°)
1	DI	3.0	3.0	16	30
2	Po	3.0	6.0	16	32
3	Po	2.0	8.0	16	30
4	Po	7.0	15.0	16	32
5	Ts	10.0	25.0	15	37
6	Pb	10.0	35.0	16	37
7	Pb	15.0	50.0	16	37

<b>zw</b>	Profondità della falda dal p.c.	3.50 m
<b>zp</b>	Quota testa palo	3.00 m

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>14 di 135</b>

## VI01 – P55

strato	Formazione	spessore strato	zbase strato	$\gamma$	$\phi$
		(m)	(m da pc)	(kN/m <sup>3</sup> )	(°)
1	Di	6.0	6.0	16	30
2	Po	4.0	10.0	16	33
3	Po	10.0	20.0	16	34
4	Po	5.0	25.0	16	35
5	Ts	7.0	32.0	15	37
6	Pb	18.0	50.0	16	37

<b>zw</b>	Profondità della falda dal p.c.	3.50 m
<b>zp</b>	Quota testa palo	3.00 m

## 5.2 LIQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI

Sono stati rilevati livelli di terreno potenzialmente liquefacibile in corrispondenza delle fondazioni pile da P29 a P32, da P34 a P36, da P39 a P43, P55 nel VI01. Le pile del tipo in esame, interessate dalla liquefazione sono dunque: P36-P55.

Dall'eventuale liquefacibilità del suolo, dipende inoltre il valore del coefficiente  $\alpha$ , in quanto funzione delle caratteristiche di rigidezza relative palo-terreno, oltre che del diametro del palo. Tale parametro, espresso in metri, è indicativo del rapporto momento/taglio in testa al palo.

La sintesi delle condizioni del terreno associate a ciascuna pila e dei rispettivi valori del parametro  $\alpha$  assunti nei calcoli è riportata nei paragrafi descrittivi iniziali.

Per ulteriori dettagli, si rimanda alla Relazione Geotecnica di riferimento.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 15 di 135</b>

## 6 ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO

L'analisi dei carichi che interessano la pila è stata effettuata considerando le azioni provenienti dagli impalcati afferenti e quelle direttamente applicate sulla pila.

I carichi trasmessi dagli impalcati sono relativi alle condizioni di carico elementari, opportunamente combinate secondo le vigenti normative, analizzate nel dettaglio nelle rispettive relazioni di calcolo degli impalcati tipo che afferiscono alla pila in esame.

Si riportano di seguito la sintesi delle azioni provenienti dagli impalcati e l'analisi dei carichi elementari che interessano direttamente la pila.

### 6.1 CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO

Per la sintesi degli scarichi espletati dagli appoggi d'impalcato sulla pila, relativamente ai due lati, fisso e mobile, per ciascuna delle condizioni di carico elementari analizzate, si faccia riferimento al capitolo relativo alle sollecitazioni e alle verifiche della pila, presentato nell'analisi dei risultati.

In particolare, per quanto riguarda i carichi da traffico ferroviario trasmessi dall'impalcato, si sono considerati coefficienti dinamici unitari, conformemente con quanto prescritto nel par.2.5.1.4.2.5.2 del "Manuale di progettazione delle opere civili", poiché le pile in esame presentano un valore di snellezza  $\lambda < 30$ .

### 6.2 AZIONE DEL VENTO SULLA PILA $Q_6$

Si riporta di seguito il calcolo dell'azione del vento sul fusto della pila in direzione trasversale e longitudinale rispetto all'asse del viadotto. La sezione della pila è assimilata, per questo calcolo, a un rettangolo di dimensioni  $B_L \times B_T$ .

Si assume cautelativamente una pressione di progetto pari a  $2,5\text{kN/m}^2$ .

Risulta pertanto sui due lati del fusto della pila:

$$q_{T,vento} = 2,5\text{kN/m}^2 \times B_L - \text{Carico unitario in direzione trasversale all'asse del viadotto}$$

$$q_{L,vento} = 2,5\text{kN/m}^2 \times B_T - \text{Carico unitario in direzione parallela all'asse del viadotto}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.01.B5.001	REV. A	PAGINA 16 di 135

### 6.3 AZIONI SISMICHE Q<sub>7</sub>

Nel presente paragrafo si riportano la descrizione e la valutazione dell'azione sismica secondo le specifiche del DM 14.1.2008.

L'azione sismica è descritta mediante spettri di risposta elastici e di progetto. In particolare nel DM 14.1.2008, vengono presentati gli spettri di risposta in termini di accelerazioni orizzontali e verticali.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione orizzontale è la seguente:

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

$$T_B \leq T \leq T_C \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

In cui:

$$S = S_s \cdot S_T;$$

$S_s$ : coefficiente di amplificazione stratigrafico;

$S_T$ : coefficiente di amplificazione topografica;

$\eta$ : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ( $\eta=1$  per  $\xi=5$ ):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$a_g$ : accelerazione massima al suolo;

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 17 di 135</b>

$T_B, T_C, T_D$ : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

$$T_C = C_C \cdot T^*_C$$

$$T_B = \frac{T_C}{3}$$

$$T_D = 4.0 + \frac{a_g}{g} + 1.6$$

In cui :

$C_C$ : coefficiente che tiene conto della categoria del terreno;

$T^*_C$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione verticale è la seguente:

$$0 \leq T \leq T_B \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T \leq T_D \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

nelle quali:

$S = S_S \times S_T$ : con  $S_S$  pari sempre a 1 per lo spettro verticale;

$\eta$ : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ( $\eta=1$  per  $\xi=5$ ):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.01.B5.001	REV. A	PAGINA 18 di 135

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

$T_B$ ,  $T_C$ ,  $T_D$ : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

$$T_C = 0.05 \quad T_B = 0.15 \quad T_D = 1.0$$

$F_V$ : fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima mediante la relazione:

$$F_V = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0.5}$$

Di seguito si riporta il calcolo dei parametri per la valutazione degli spettri in accelerazione orizzontale e verticale, effettuata mediante l'utilizzo del software "Spettri NTC ver. 1.0.3" reperibile presso il sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

### Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale ( $V_N$ ), è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella.

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale (VN)
Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM14/1/2008 a velocità convenzionale $V < 250$ Km/h	50
Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h	75
Altre opere nuove a velocità $V > 250$ Km/h	100
Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m	$\geq 100$

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale  $V_N = 75$  anni.

### Classi D'uso

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 prevede quattro categorie di classi d'uso riportate nel seguito:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.01.B5.001	REV. A	PAGINA 19 di 135

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per l'opera in oggetto si considera una **Classe d'uso III**.

### Periodo di Riferimento dell'Azione Sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_n$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_n \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella tabella seguente:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0.7	1	1.5	2

Pertanto per l' opera in oggetto il periodo di riferimento è pari a  $75 \times 1,5 = 112,5$  anni.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	20 di 135

### Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportati nella tabella successiva.

Stati Limite		$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

### Accelerazione ( $a_g$ ), fattore ( $F_0$ ) e periodo ( $T^*_c$ )

Ai fini del D.M. 14-01-2008 le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima sul sito;

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*_c$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I parametri prima elencati dipendono dalle coordinate geografiche, espresse in termini di latitudine e longitudine, del sito interessato dall'opera, dal periodo di riferimento ( $V_R$ ), e quindi dalla vita nominale ( $V_N$ ) e dalla classe d'uso ( $C_u$ ) e dallo stato limite considerato. Si riporta nel seguito la valutazione di detti parametri per i vari stati limite.

Latitudine: 40.934039°

Longitudine: 14.355459°

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.01.B5.001	REV. A	PAGINA 21 di 135

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	68	0.072	2.345	0.324
SLD	113	0.092	2.351	0.335
SLV	1068	0.218	2.470	0.357
SLC	2193	0.269	2.560	0.359

Tabella 1: Valutazione dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_C^*$  per i periodi di ritorno associati a ciascuno stato limite

I parametri ai quali si è fatto riferimento nella definizione dell'azione sismica di progetto, indicati nella tabella precedente, corrispondono, cautelativamente, a quei parametri che danno luogo al sisma di massima entità, fra tutti quelli individuati lungo le progressive dell'opera in progetto.

Sono stati presi in esame, secondo quanto previsto dal DM 14.1.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", cap. 7.1, i seguenti Stati Limite sismici:

- SLV: Stato Limite di Salvaguardia della Vita (Stato Limite Ultimo)
- SLD: Stato Limite di Danno (Stato Limite di Esercizio)
- SLC: Stato Limite di Collasso (Stato Limite Ultimo)
- SLO: Stato Limite di Operatività (Stato Limite di Esercizio)

Le azioni sismiche relative allo stato limite di operatività (SLO) e allo stato limite di danno (SLD) non sono state considerate perché poco significative in relazione alle combinazioni di natura statica. Per quanto riguarda lo stato limite di collasso (SLC), questo è stato considerato per le combinazioni sismiche di verifica dei ritegni sismici; si faccia pertanto riferimento alle considerazioni presentate nelle rispettive relazioni di calcolo di impalcato.

Si riportano al termine dell'analisi, i parametri ed i punti dello spettro di risposta elastici e di progetto per il restante stato limite (SLV).

## Classificazione dei terreni

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, deve essere basata su studi specifici di risposta sismica locale esistenti nell'area di intervento. In mancanza di tali studi la normativa prevede la classificazione, riportata

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.01.B5.001	REV. A	PAGINA 22 di 135

nella tabella seguente, basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_{s30}$ , ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica (per terreni prevalentemente granulari), ovvero sulla coesione non drenata media  $c_u$  (per terreni prevalentemente coesivi).

Categoria di suolo di fondazione	Descrizione
Cat. A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.
Cat. B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)
Cat. S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
Cat. S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Si considera una **categoria C** di suolo di fondazione.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	23 di 135

### Amplificazione stratigrafica

I due coefficienti prima definiti,  $S_s$  e  $C_c$ , dipendono dalla categoria del sottosuolo come mostrato nel prospetto seguente.

Per i terreni di categoria A, entrambi i coefficienti sono pari a 1, mentre per le altre categorie i due coefficienti sono pari a:

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Nel caso in esame (categoria di sottosuolo C) allo SLV risulta:

$$S_s = 1.38$$

$$C_c = 1.48$$

### Amplificazione topografica

Per poter tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella seguente tabella.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Nel caso in esame  $S_T = 1$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>24 di 135</b>

### 6.3.1 Spettri di risposta elastici

In accordo con le prescrizioni normative, lo spettro di risposta elastico è stato considerato solo ai fini della valutazione delle azioni in fondazione e delle azioni sugli apparecchi di appoggio.

#### Stato limite di salvaguardia della vita

Di seguito si forniscono lo spettro di risposta elastico per lo stato limite di salvaguardia della vita e la tabella dei parametri rispettivi.

#### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

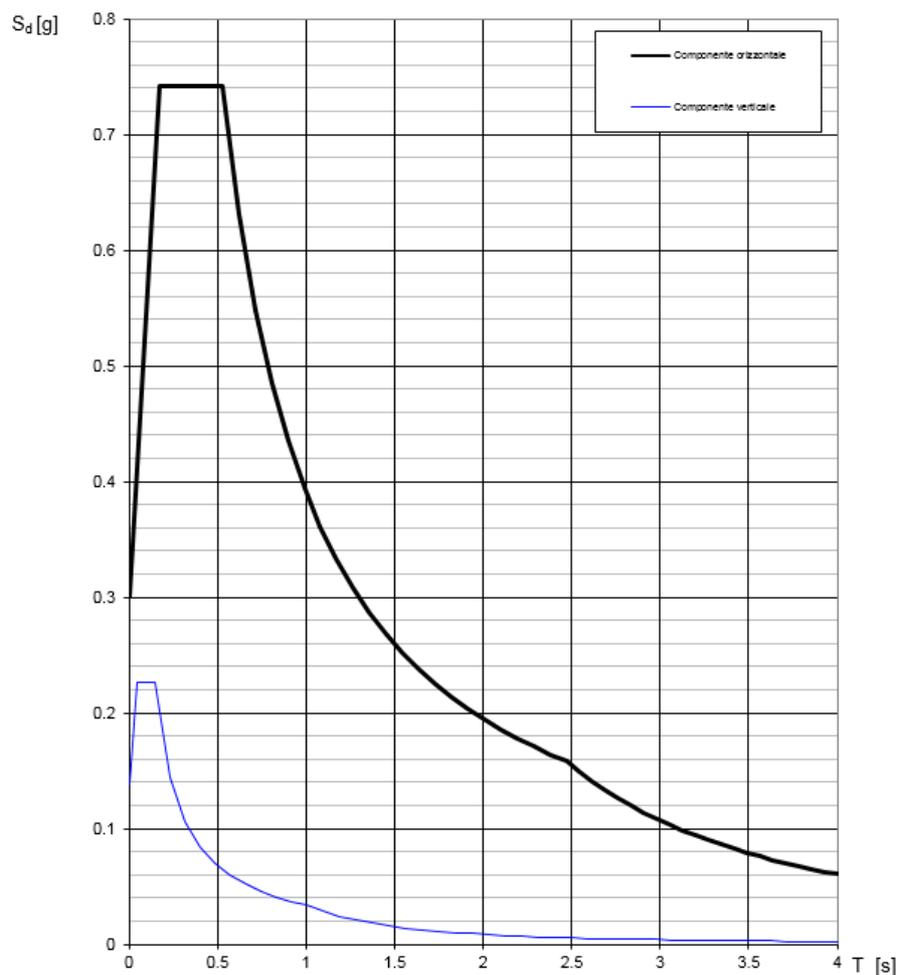


Figura 4: Spettri di risposta elastici\_SLV (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
				IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	25 di 135

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.218 g
$F_0$	2.470
$T_C$	0.357 s
$S_S$	1.377
$C_C$	1.476
$S_T$	1.000
$q$	1.000

### Parametri dipendenti

$S$	1.377
$\eta$	1.000
$T_B$	0.175 s
$T_C$	0.526 s
$T_D$	2.473 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

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

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

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

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

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.300
$T_B$	0.175	0.742
$T_C$	0.526	0.742
	0.619	0.631
	0.712	0.549
	0.804	0.485
	0.897	0.435
	0.990	0.394
	1.082	0.361
	1.175	0.332
	1.268	0.308
	1.360	0.287
	1.453	0.269
	1.546	0.253
	1.638	0.238
	1.731	0.225
	1.824	0.214
	1.916	0.204
	2.009	0.194
	2.102	0.186
	2.195	0.178
	2.287	0.171
	2.380	0.164
$T_D$	2.473	0.158
	2.545	0.149
	2.618	0.141
	2.691	0.133
	2.764	0.126
	2.836	0.120
	2.909	0.114
	2.982	0.109
	3.054	0.103
	3.127	0.099
	3.200	0.094
	3.273	0.090
	3.345	0.086
	3.418	0.083
	3.491	0.079
	3.564	0.076
	3.636	0.073
	3.709	0.070
	3.782	0.067
	3.855	0.065
	3.927	0.063
	4.000	0.060

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	26 di 135

### 6.3.2 Spettri di risposta di progetto

In accordo con il par. 3.2.3.5 del DM 14.1.2008 le capacità dissipative delle strutture possono essere prese in considerazione attraverso una riduzione delle forze elastiche. Tale riduzione tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  che ne risulta, sia per le componenti orizzontali, che per la componente verticale, deriva dunque dallo spettro elastico con le ordinate ridotte e lo si ottiene sostituendo, nelle espressioni che lo definiscono, il termine  $\eta$  con il termine  $1/q$ , dove  $q$  è il cosiddetto fattore di struttura.

Il fattore di struttura è definito in accordo con il par. 7.3.1 del DM 14.1.2008:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

$q_0$  è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto  $\alpha_u / \alpha_1$  tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

$K_R$  è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Nel caso di pile da ponte in c.a. in **classe di duttilità "B" (CD "B")**, in accordo con il par. 7.9.2.1 (Tabella 7.9.I) DM 14.1.2008 (Tabella 7.9.I), il valore di  $q_0$  è pari ad 1.5 mentre il valore di  $K_R$  è pari ad 1, per cui, in definitiva, per le componenti orizzontali dell'azione sismica si adotta:

$$q = 1.5$$

Per la componente verticale, il fattore di struttura per i ponti è unitario ( $q = 1$ ), quindi si utilizza lo spettro elastico.

L'utilizzo di uno spettro di risposta di progetto ( $q > 1$ ) implica il rispetto di quelli che sono i requisiti normativi della gerarchia delle resistenze, descritti nello specifico nei paragrafi relativi al calcolo e alla verifica dei singoli elementi strutturali.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.01.B5.001	REV. A	PAGINA 27 di 135		

### Stato limite di salvaguardia della vita

Secondo quanto riportato nel DM 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", cap. 3.2.3.5, lo spettro di progetto delle componenti orizzontali per lo SLV è stato determinato secondo le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\frac{1}{q} \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{15}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

In cui:

$$S = S_s \cdot S_T;$$

$S_s$ : coefficiente di amplificazione stratigrafico;

$S_T$ : coefficiente di amplificazione topografica;

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C$ : periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro ed è ottenuto mediante la seguente relazione:

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

In cui :

$C_C$ : coefficiente che tiene conto della categoria del terreno;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>28 di 135</b>	

$T^*_C$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

$T_B$ : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante ed è ottenuto mediante la seguente relazione:

$$T_B = \frac{T_C}{3}$$

$T_D$ : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante ed è ottenuto mediante la seguente relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

$q$ : fattore di struttura.

Sulla base delle coordinate geografiche del sito su cui sorge l'opera in esame, sono stati determinati gli spettri di risposta di progetto ed i parametri per lo *SLV*, riportati di seguito:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>									
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>				PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>29 di 135</b>

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

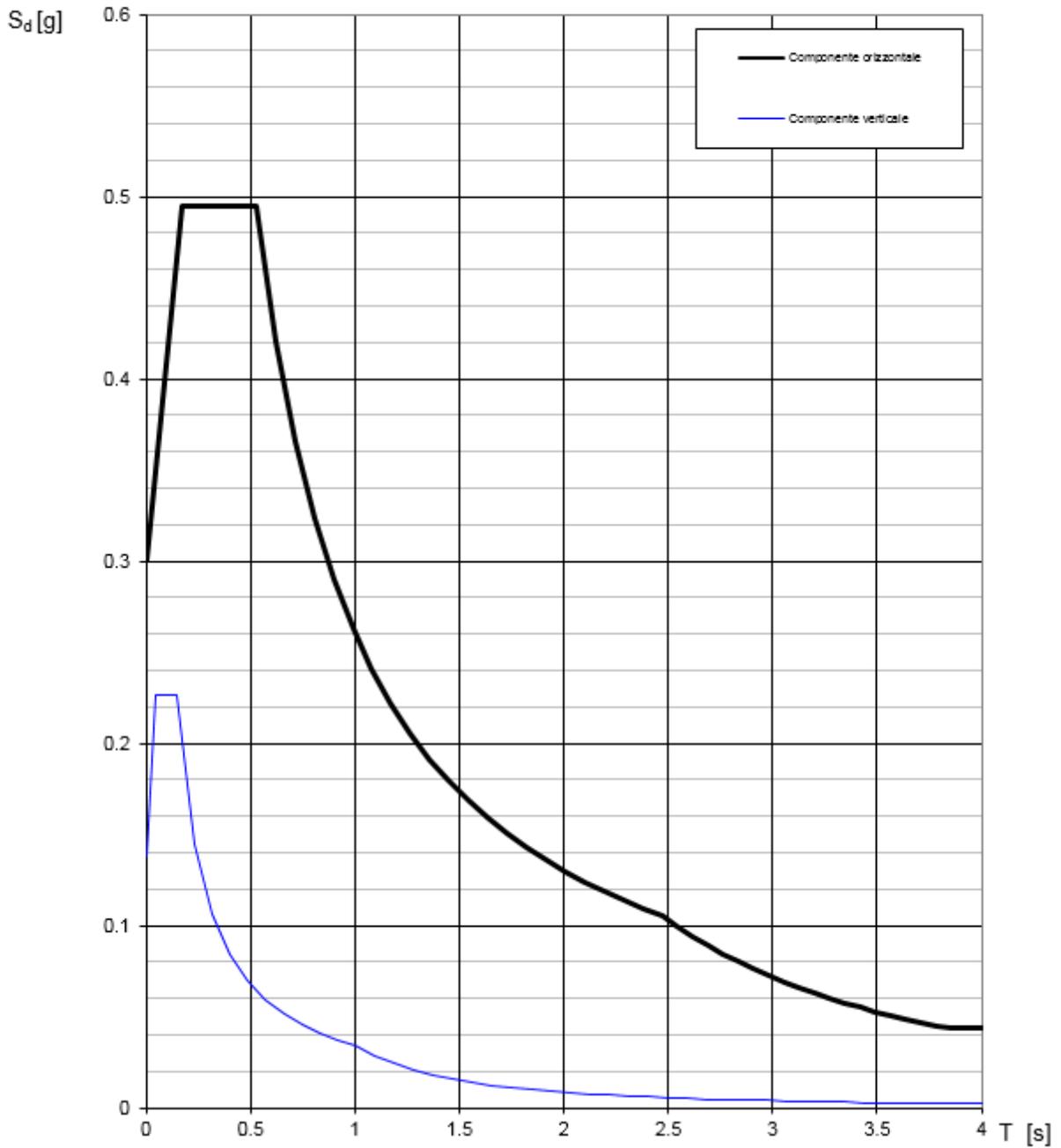


Figura 5: Spettri di risposta di progetto ( $q=1,5$ )\_SLV (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b>	Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    VI.01.B5.001    A    30 di 135</b>	

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.218 g
$F_0$	2.470
$T_C$	0.357 s
$S_S$	1.377
$C_C$	1.476
$S_T$	1.000
$q$	1.500

### Parametri dipendenti

$S$	1.377
$\eta$	0.667
$T_B$	0.175 s
$T_C$	0.526 s
$T_D$	2.473 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

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

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

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

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

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.300
$T_B$	0.175	0.495
$T_C$	0.526	0.495
	0.619	0.421
	0.712	0.366
	0.804	0.324
	0.897	0.290
	0.990	0.263
	1.082	0.240
	1.175	0.221
	1.268	0.205
	1.360	0.191
	1.453	0.179
	1.546	0.168
	1.638	0.159
	1.731	0.150
	1.824	0.143
	1.916	0.136
	2.009	0.130
	2.102	0.124
	2.195	0.119
	2.287	0.114
	2.380	0.109
$T_D$	2.473	0.105
	2.545	0.099
	2.618	0.094
	2.691	0.089
	2.764	0.084
	2.836	0.080
	2.909	0.076
	2.982	0.072
	3.054	0.069
	3.127	0.066
	3.200	0.063
	3.273	0.060
	3.345	0.057
	3.418	0.055
	3.491	0.053
	3.564	0.051
	3.636	0.049
	3.709	0.047
	3.782	0.045
	3.855	0.044
	3.927	0.044
	4.000	0.044

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>31 di 135</b>

### **6.3.3 Combinazione delle componenti dell'azione sismica e valutazione delle masse**

Il sisma viene convenzionalmente considerato come agente separatamente in due direzioni tra loro ortogonali prefissate (direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto e trasversale); per tenere conto che nella realtà il moto del terreno durante l'evento sismico ha direzione casuale e in accordo con le prescrizioni normative, per ottenere l'effetto complessivo del sisma, a partire dagli effetti delle direzioni calcolati separatamente, si è provveduto a sommare i massimi ottenuti in una direzione con il 30% dei massimi ottenuti per l'azione applicata nell'altra direzione.

Per quanto riguarda la valutazione delle masse sismiche, nel caso di ponti, in accordo con il par. 3.2.4 del D.M. 14/01/2008, oltre alla massa efficace dell'impalcato e della pila, è stata considerata un'aliquota pari al 20% del carico dovuto al transito dei treni: questo è stato ottenuto tenendo conto dello scenario più gravoso tra quello che vede la presenza sui due binari di due treni di carico LM71 e quello caratterizzato da un treno LM71 e da un treno tipo SW/2.

In direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto, la lunghezza di impalcato di competenza della pila, per il calcolo delle masse sismiche, è quella relativa all'impalcato "lato fisso"; in direzione trasversale, è pari alla somma della metà della luce dell'impalcato "lato fisso" e della metà di quella dell'impalcato "lato mobile".

La valutazione delle masse sismiche è esplicitata nell'analisi dei risultati, per ciascuna delle due direzioni di verifica.

### **6.4 VARIAZIONI TERMICHE $\epsilon_3$**

Per l'analisi termica delle pile cave, eseguita in accordo con quanto previsto nel par. 5.2.2.5.2 del DM 14.1.2008, si rimanda all'apposita relazione di calcolo.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 32 di 135</b>

## 7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni delle azioni sono state definite in accordo con quanto riportato al par. 2.5.3 del DM 14.1.2008:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

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

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  e quelli dei coefficienti di combinazione  $\Psi_{ij}$  sono stati desunti dal par. 5.2.3.3.1 del DM 14.1.2008, relativo al capitolo sui 'Ponti ferroviari'. Di seguito si riportano le Tabelle di riferimento.

Per quanto riguarda il coefficiente di combinazione  $\Psi_{2j}$  relativo ai carichi dovuti al transito dei treni, come anticipato in precedenza, questo si assume pari a 0,2 nelle combinazioni sismiche, conformemente a quanto prescritto nel par. 3.2.4 del DM 14.1.2008.

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b>		Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>33 di 135</b>

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

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

Figura 6: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008

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	$\mathcal{E}1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\mathcal{E}2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	$\mathcal{E}3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\mathcal{E}4$	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

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

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

Figura 7: Valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A 34 di 135

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

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

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

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

Figura 8: Ulteriori valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VII del D.M. 14 gennaio 2008

Conformemente con quanto prescritto al par.5.2.3.1.3 del D.M. 14 gennaio 2008, gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella Tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008, riportata di seguito.

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.

Figura 9: Valutazione dei carichi da traffico – Tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008

Sulla base dei criteri esposti sopra, si riportano nel prospetto di seguito i coefficienti dedotti per ciascuna delle combinazioni di carico adottate nell'analisi strutturale, per i diversi stati limite.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.01.B5.001</td> <td>A</td> <td>35 di 135</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	35 di 135
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	35 di 135								

Combinazione	Gruppo	Traffico	G1	G2	Q3,a B1-SW2	Q3,a B1-LM71	Q3,a B2-LM71	Q3,f B1-SW2	Q3,f B1-LM71	Q3,f B2-LM71	Q4 B1-SW2	Q4 B1-LM71	Q4 B2-LM71	Q5 B1-SW2	Q5 B1-LM71	Q5 B2-LM71	Q6	LM71_B1	LM71_B2	SW2_B1	A_Gk	A_Qk	
SLU-Gr.1(N)	Gr.1	(N)	1.35	1.5	0	0.725	0	0	0	0.725	0	1.45	1.45	0	1.45	1.45	0.9	1.45	1.45	0	-1.35	-1.45	
SLU-Gr.3(N)	Gr.3	(N)	1.35	1.5	0	1.45	0	0	0	1.45	0	0.725	0.725	0	0.725	0.725	0.9	1.45	1.45	0	-1.35	-1.45	
SLU-Gr.1(P)	Gr.1	(P)	1.35	1.5	0	0	0.725	0.725	0	0	1.45	0	1.45	1.45	0	1.45	0.9	0	1.45	1.45	-1.35	-1.45	
SLU-Gr.3(P)	Gr.3	(P)	1.35	1.5	0	0	1.45	1.45	0	0	0.725	0	0.725	0.725	0	0.725	0.9	0	1.45	1.45	-1.35	-1.45	
SLU-Gr.1-1SW/2	Gr.1	1SW/2	1.35	1.5	0	0	0	0.725	0	0	1.45	0	0	1.45	0	0	0.9	0	0	1.45	-1.35	-0.725	
SLU-Gr.3-1SW/2	Gr.3	1SW/2	1.35	1.5	0	0	0	1.45	0	0	0.725	0	0	0.725	0	0	0.9	0	0	1.45	-1.35	-0.725	
SLU-Gr.1-MaxML(P)	Gr.1	MaxML	1.35	1.5	0	0	0.725	0.725	0	0	1.45	0	1.45	1.45	0	1.45	0.9	0	1.45	1.45	-1.35	-0.725	
SLU-Gr.3-MaxML(P)	Gr.3	MaxML	1.35	1.5	0	0	1.45	1.45	0	0	0.725	0	0.725	0.725	0	0.725	0.9	0	1.45	1.45	-1.35	-0.725	
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	Gr.1	(N)	1	1	0	0.725	0	0	0	0.725	0	1.45	1.45	0	1.45	1.45	0.9	1.45	1.45	0	-1	-1.45	
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	Gr.3	(N)	1	1	0	1.45	0	0	0	1.45	0	0.725	0.725	0	0.725	0.725	0.9	1.45	1.45	0	-1	-1.45	
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	Gr.1	(P)	1	1	0	0	0.725	0.725	0	0	1.45	0	1.45	1.45	0	1.45	0.9	0	1.45	1.45	-1	-1.45	
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	Gr.3	(P)	1	1	0	0	1.45	1.45	0	0	0.725	0	0.725	0.725	0	0.725	0.9	0	1.45	1.45	-1	-1.45	
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	Gr.1	1SW/2	1	1	0	0	0	0.725	0	0	1.45	0	0	1.45	0	0	0.9	0	0	1.45	-1	-0.725	
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	Gr.3	1SW/2	1	1	0	0	0	1.45	0	0	0.725	0	0	0.725	0	0	0.9	0	0	1.45	-1	-0.725	
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	Gr.1	MaxML	1	1	0	0	0.725	0.725	0	0	1.45	0	1.45	1.45	0	1.45	0.9	0	1.45	1.45	-1	-1.45	
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	Gr.3	MaxML	1	1	0	0	1.45	1.45	0	0	0.725	0	0.725	0.725	0	0.725	0.9	0	1.45	1.45	-1	-1.45	
SLV-EL+0.3ET	\	\	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
SLV-0.3EL+ET	\	\	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
SLE-C-Gr.1(N)	Gr.1	(N)	1	1	0	0.5	0	0	0	0.5	0	1	1	0	1	1	0.6	1	1	0	-1	-1	
SLE-C-Gr.3(N)	Gr.3	(N)	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.6	1	1	0	-1	-1	
SLE-C-Gr.1(P)	Gr.1	(P)	1	1	0	0	0.5	0.5	0	0	1	0	1	1	0	1	0.6	0	1	1	-1	-1	
SLE-C-Gr.3(P)	Gr.3	(P)	1	1	0	0	1	1	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0.6	0	1	1	-1	-1	
SLE-C-Gr.1-1SW/2	Gr.1	1SW/2	1	1	0	0	0	0.5	0	0	1	0	0	1	0	0	0.6	0	0	1	-1	-0.5	
SLE-C-Gr.3-1SW/2	Gr.3	1SW/2	1	1	0	0	0	1	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0.6	0	0	1	-1	-0.5	
SLE-C-Gr.1-MaxML(P)	Gr.1	MaxML	1	1	0	0	0.5	0.5	0	0	1	0	1	1	0	1	0.6	0	1	1	-1	-1	
SLE-C-Gr.3-MaxML(P)	Gr.3	MaxML	1	1	0	0	1	1	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0.6	0	1	1	-1	-1	
SLE-F-Gr.1(N)	Gr.1	(N)	1	1	0	0.4	0	0	0	0.4	0	0.8	0.8	0	0.8	0.8	0	0.8	0.8	0	-1	-0.8	
SLE-F-Gr.3(N)	Gr.3	(N)	1	1	0	0.8	0	0	0	0.8	0	0.4	0.4	0	0.4	0.4	0	0.8	0.8	0	-1	-0.8	
SLE-F-Gr.1(P)	Gr.1	(P)	1	1	0	0	0.4	0.4	0	0	0.8	0	0.8	0.8	0	0.8	0	0	0.8	0.8	-1	-0.8	
SLE-F-Gr.3(P)	Gr.3	(P)	1	1	0	0	0.8	0.8	0	0	0.4	0	0.4	0.4	0	0.4	0	0	0.8	0.8	-1	-0.8	
SLE-F-Gr.1-1SW/2	Gr.1	1SW/2	1	1	0	0	0	0.4	0	0	0.8	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0.8	-1	-0.4	
SLE-F-Gr.3-1SW/2	Gr.3	1SW/2	1	1	0	0	0	0.8	0	0	0.4	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0.8	-1	-0.4	
SLE-F-Gr.1-MaxML(P)	Gr.1	MaxML	1	1	0	0	0.4	0.4	0	0	0.8	0	0.8	0.8	0	0.8	0	0	0.8	0.8	-1	-0.8	
SLE-F-Gr.3-MaxML(P)	Gr.3	MaxML	1	1	0	0	0.8	0.8	0	0	0.4	0	0.4	0.4	0	0.4	0	0	0.8	0.8	-1	-0.8	
SLE-QP	\	\	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 2: Combinazioni di carico

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.01.B5.001	REV. A	PAGINA 36 di 135

I casi di carico che figurano nelle combinazioni sopra riportate, fanno riferimento alle seguenti azioni.

CASI DI CARICO		
Sigla	Tipologia	Descrizione
-	-	-
G1	Carichi permanenti strutturali	Peso proprio travi+soletta
G2 (G2,1+G2,2+G2,3+G2,4)	Carichi permanenti non strutturali	Ballast e armamento-velette-paraballast-canalette e impianti-barriere antirumore
Q3,a B1-SW2	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno SW/2 su binario 1
Q3,a B1-LM71	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno LM71 su binario 1
Q3,a B2-LM71	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno LM71 su binario 2
Q3,f B1-SW2	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno SW/2 su binario 1
Q3,f B1-LM71	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno LM71 su binario 1
Q3,f B2-LM71	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno LM71 su binario 2
Q4 B1-SW2	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno SW/2 su binario 1
Q4 B1-LM71	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno LM71 su binario 1
Q4 B2-LM71	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno LM71 su binario 2
Q5 B1-SW2	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno SW/2 su binario 1
Q5 B1-LM71	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 1
Q5 B2-LM71	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 2
Q6	Vento	Azione del vento
LM71_B1	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno LM71 su binario 1
LM71_B2	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno LM71 su binario 2
SW2_B1	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno SW/2 su binario 1
A_Gk	Resistenze parassite	Resistenze parassite dei vincoli (aliquota dovuta ai carichi permanenti)
A_Qk	Resistenze parassite	Resistenze parassite dei vincoli (aliquota dovuta ai carichi variabili)

Tabella 3 – Casi di carico

Per quanto riguarda le condizioni di traffico indicate nel prospetto dei coefficienti di combinazioni adottati, queste fanno riferimento rispettivamente a:

- **(N)**: Condizioni di traffico normale (modello di carico LM71 su binario 1 e 2) su entrambe le campate afferenti;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE          OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI          CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>37 di 135</b>

- **(P)**: Condizioni di traffico pesante (modello di carico SW/2 su binario 1 e LM71 su binario 2) su entrambe le campate afferenti;
- **1SW/2**: Condizioni di traffico pesante con un solo binario carico (SW/2 su binario 1) su entrambe le campate afferenti;
- **Max ML**: Condizioni di traffico pesante (SW/2 su binario 1, LM71 su binario 2) solo sulla campata lato appoggi fissi.

Per quanto riguarda i gruppi di carico analizzati, come visibile nel prospetto dei coefficienti di combinazioni adottati, le azioni agenti sull'impalcato sono state combinate secondo i gruppi 1 e 3 (Gr.1-3), che danno luogo a sollecitazioni maggiori per le strutture in elevazione e in fondazione.

Inoltre, in accordo con la Tabella 5.2.V del DM 14.1.2008, le combinazioni allo SLU sono state duplicate considerando sia il possibile effetto sfavorevole che quello favorevole dei carichi permanenti strutturali e non. Nel secondo caso si sono quindi assunti valori unitari per i coefficienti  $\gamma_{Gk}$ .

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	38 di 135

## 8 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza sono state effettuate sulla base dei criteri definiti nelle vigenti norme tecniche - "Norme tecniche per le costruzioni"- DM 14.1.2008 -, tenendo inoltre conto delle integrazioni riportate nel "Manuale di progettazione delle opere civili" - RFI DTC SI MA IFS 001 A .

In particolare vengono effettuate le verifiche agli stati limite di servizio ed allo stato limite ultimo. Le combinazioni di carico considerate ai fini delle verifiche sono quelle indicate nei precedenti paragrafi.

Si espongono di seguito i criteri di verifica adottati per le verifiche degli elementi strutturali.

### 8.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

#### 8.1.1 Verifica a fessurazione

Le verifiche a fessurazione sono eseguite adottando i criteri definiti nel paragrafo 4.1.2.2.4.5 del DM 14.1.2008, tenendo inoltre conto delle ulteriori prescrizioni riportate nel "Manuale di progettazione delle opere civili".

Con riferimento alle classi di esposizione delle varie parti della struttura (si veda il paragrafo relativo alle caratteristiche dei materiali impiegati), alle corrispondenti condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione (armature sensibili per gli acciai da precompresso; poco sensibili per gli acciai ordinari), si individua lo stato limite di fessurazione per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture, in accordo con il DM 14.1.2008:

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione - Tabella 4.1.IV del DM 14.1.2008

Nella Tabella sopra riportata,  $w_1=0.2\text{mm}$ ,  $w_2=0.3\text{mm}$ ;  $w_3=0.4\text{mm}$ .

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.01.B5.001	REV. A	PAGINA 39 di 135

Più restrittivi risultano i limiti di apertura delle fessure riportati nel “Manuale di progettazione delle opere civili”. L’apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, deve risultare:

- a)  $\delta_f \leq w_1$  per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- b)  $\delta_f \leq w_2$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

Si assume pertanto per tutti gli elementi strutturali analizzati nel presente documento:

- *Stato limite di fessurazione:*  $w_d \leq w_1 = 0.2$  mm - combinazione di carico rara

In accordo con la vigente normativa, il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d$  è dato da:

$$w_d = 1,7 w_m$$

dove  $w_m$  rappresenta l’ampiezza media delle fessure calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura  $\varepsilon_{sm}$  per la distanza media tra le fessure  $\Delta_{sm}$ :

$$w_m = \varepsilon_{sm} \Delta_{sm}$$

Per il calcolo di  $\varepsilon_{sm}$  e  $\Delta_{sm}$  vanno utilizzati i criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica.

### 8.1.2 Verifica delle tensioni in esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si verifica che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti, di seguito riportati.

Le prescrizioni riportate di seguito fanno riferimento al par. 2.5.1.8.3.2.1 del “Manuale di progettazione delle opere civili”.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$ , deve rispettare la limitazione seguente:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>40 di 135</b>

$\sigma_c < 0,55 f_{ck}$  per combinazione caratteristica (rara)

$\sigma_c < 0,40 f_{ck}$  per combinazione quasi permanente.

Per l'acciaio ordinario, la tensione massima  $\sigma_s$  per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$\sigma_s < 0,75 f_{yk}$

dove  $f_{yk}$  per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A 41 di 135

## 8.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

### 8.2.1 Sollecitazioni flettenti

La verifica di resistenza (SLU) è stata condotta attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

- conservazione delle sezioni piane;
- legame costitutivo del calcestruzzo parabolo-rettangolo non reagente a trazione, con plateau ad una deformazione pari a 0.002 e a rottura pari a 0.0035 ( $\sigma_{max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$ );
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elastico-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura a 0.01 ( $\sigma_{max} = f_{yk} / 1.15$ )

### 8.2.2 Sollecitazioni taglianti

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di elementi sprovvisti di specifica armatura è stata calcolata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con:

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

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

e dove:

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.01.B5.001	REV. A
					PAGINA 42 di 135	

corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione  $\theta$  dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove  $V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è stata calcolata con:

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

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" è stata calcolata con:

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

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

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

In cui:

- d è l'altezza utile della sezione;
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione;
- $\sigma_{cp}$  è la tensione media di compressione della sezione;
- $A_{sw}$  è l'area dell'armatura trasversale;
- S è interasse tra due armature trasversali consecutive;
- $\theta$  è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- $f'_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ( $f'_{cd}=0.5f_{cd}$ );
- $\alpha$  è un coefficiente maggiorativo, pari ad 1 per membrature non compresse.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A 43 di 135

## 9 CRITERI DI MODELLAZIONE

### 9.1 MODELLO STRUTTURALE DI ANALISI

Conformemente con quanto prescritto nel par.7.9.4.1 del DM 14.1.2008, risulta applicabile, nel caso in esame di ponte a travate semplicemente appoggiate, per entrambe le direzioni di verifica della pila (longitudinale e trasversale rispetto all'asse del viadotto), un'analisi statica lineare, sviluppata riconducendo la pila allo schema di oscillatore semplice con incastro alla base, a quota estradosso plinto di fondazione.

L'analisi prevede l'applicazione sulla pila di forze statiche equivalenti alle forze di inerzia indotte dall'azione sismica. L'entità di queste forze si ottiene desumendo l'accelerazione corrispondente al periodo della pila nella direzione considerata dallo spettro elastico/di progetto. Il periodo fondamentale  $T_1$ , in corrispondenza del quale valutare la risposta spettrale in accelerazione  $S_d(T_1)$  è dato in entrambi i casi dall'espressione:

$$T_1 = 2 \pi \sqrt{M/K}$$

in cui la massa  $M$ , da considerare concentrata in testa alla pila, in corrispondenza dell'impalcato, vale la massa di impalcato afferente alla pila, più la massa della metà superiore della pila (massa efficace) e  $K$  consiste nella rigidezza laterale della pila nella direzione considerata.

La massa efficace della pila non risulta superiore ad 1/5 della massa di impalcato da essa portata, requisito necessario per l'applicabilità dell'analisi statica lineare.

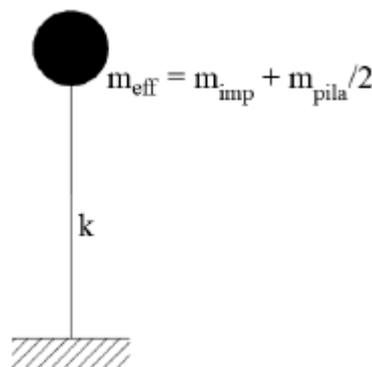


Figura 11: Modello della pila ad oscillatore semplice

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	44 di 135

Per tener conto dell'influenza della fessurazione sulla rigidezza, in accordo con il par.7.2.6 del DM 14.1.2008, si è considerato un abbattimento del modulo elastico pari al 50%, rispetto al valore iniziale  $E_{cm}$  con conseguente abbattimento delle rigidezze flessionali della pila nelle due direzioni e corrispondente aumento dei periodi di vibrazione. Questa condizione rappresenta lo scenario più gravoso per la struttura in esame: in condizioni iniziali non fessurate, le pile sono caratterizzate da rigidezze molto alte, dunque periodi di vibrazione molto bassi (spesso  $T_1 < T_B$  o al più  $T_B < T_1 \ll T_C$ ) ai quali corrispondono ordinate spettrali prossime o uguali a quelle di massima amplificazione (plateau dello spettro di risposta). In definitiva, in questo ramo dello spettro, un aumento del periodo di vibrazione, legato ad un abbattimento della rigidezza, comporta un aumento dell'accelerazione sismica considerata.

Inoltre, secondo quanto anticipato nel paragrafo relativo alle azioni sismiche, la valutazione degli effetti dell'azione sismica viene effettuata considerando uno spettro di progetto, ottenuto riducendo lo spettro elastico mediante un fattore di struttura pari ad 1.5, in modo da tener conto in maniera semplificata della capacità dissipativa anelastica della struttura.

Per questioni legate al criterio di gerarchia delle resistenze, gli spettri elastici ( $q=1$ ) verranno utilizzati solo nel caso della verifica degli apparecchi di appoggio e per la valutazione delle azioni in fondazione; si rimanda ai relativi paragrafi per approfondimenti in merito all'applicazione del criterio di gerarchia delle resistenze per i diversi elementi strutturali.

Si ribadisce inoltre che per la valutazione delle masse sismiche del viadotto, oltre alla massa efficace dell'impalcato e della pila, è stata considerata anche un'aliquota pari al 20% del carico dovuto al transito dei mezzi.

Nel paragrafo relativo all'analisi dei risultati si riportano tutte le valutazioni effettuate per l'analisi sismica della pila in esame, sia in ipotesi di sezione fessurata che non fessurata, con riferimento allo spettro elastico ( $q=1$ ) e allo spettro di progetto ( $q=1.5$ ).

Oltre alle sollecitazioni destinate in condizioni sismiche, desunte seguendo i criteri sopra elencati, le sollecitazioni di verifica della pila indotte in condizioni statiche, sono state determinate a partire dai valori delle azioni trasmesse dagli impalcato afferenti, alla quota degli apparecchi di appoggio. Queste sono state trasportate in corrispondenza della testa della pila per le singole condizioni di carico e quindi alla base della pila, facendo riferimento a uno schema a mensola.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>45 di 135</b>

## 9.2 MODELLAZIONE FEM

I risultati desunti dall'analisi strutturale semplificata descritta nel paragrafo precedente, sono stati verificati con quelli ottenuti da un modello FEM tridimensionale eseguito mediante il software di calcolo agli elementi finiti Midas-Gen.

Il fusto della pila è stato schematizzato mediante un elemento frame monodimensionale (beam), cui si è assegnata la sezione corrispondente, distinguendo tra quella cava corrente e quella piena in corrispondenza della zona pulvino; il plinto di fondazione è stato modellato mediante elementi bidimensionali a piastra (shell), cui si è assegnato lo spessore corrispondente; la palificata di sostegno è stata simulata con elementi monodimensionali a trave (beam): l'interazione tra il terreno e i pali di fondazione è stata modellata tramite l'applicazione di molle non lineari orizzontali e molle lineari verticali.

I carichi assegnati nei vari punti della struttura sono stati desunti dall'analisi dei carichi descritta in precedenza.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato condotto attraverso il modello tridimensionale agli elementi finiti descritto, schematizzato nelle Figure seguenti.

Gli assi di riferimento adottati sono:

- x = asse trasversale rispetto all'asse del viadotto
- y = asse longitudinale rispetto all'asse del viadotto
- z = asse verticale

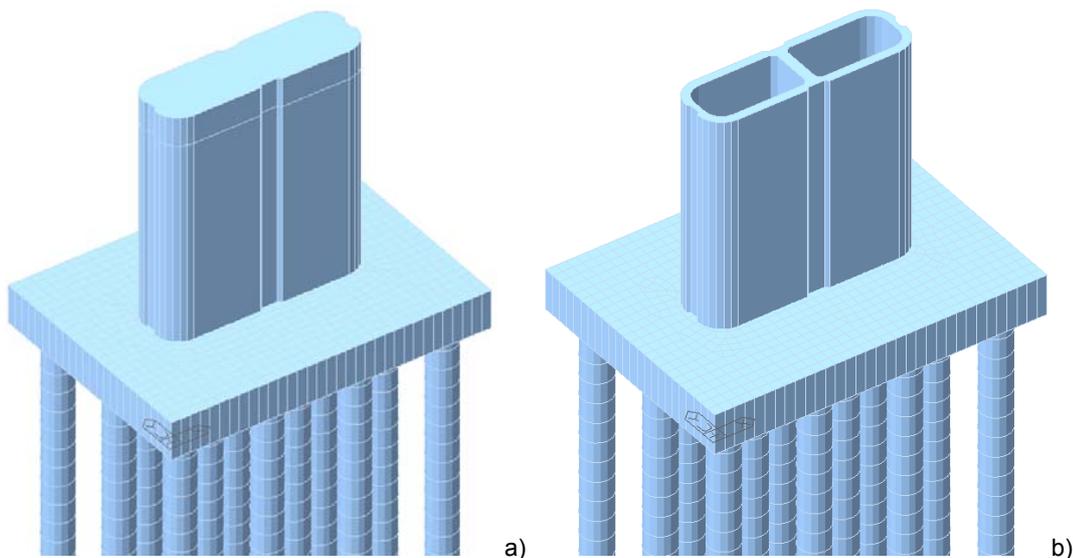


Figura 12: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) Vista 3D b) Spaccato

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>46 di 135</b>

## 10 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DELLA PILA

Nei paragrafi successivi si esibiscono le sollecitazioni e le verifiche strutturali relative al fusto della pila caratterizzata dall'altezza massima fra quelle del tipo in esame che prevedono la medesima tipologia di armatura.

Per le sollecitazioni relative a ciascuna delle pile, si faccia riferimento ai tabulati di calcolo.

I dati identificativi della pila di cui si mostrano le verifiche strutturali, sono sintetizzati nel prospetto di seguito.

### PILA B.3 – Armatura tipo 1

	<b>VI. 01</b>	-	WBS viadotto
	<b>P 36</b>	-	Numero pila
Sigla geometria	B		Codice pila per tipologia geometria
Sigla impalcati afferenti	3	-	Codice pila per tipologia impalcati afferenti
H <sub>p</sub>	11.63	m	Altezza pila

### PILA B.3 – Armatura tipo 2

	<b>VI. 01</b>	-	WBS viadotto
	<b>P 55</b>	-	Numero pila
Sigla geometria	B		Codice pila per tipologia geometria
Sigla impalcati afferenti	3	-	Codice pila per tipologia impalcati afferenti
H <sub>p</sub>	5.63	m	Altezza pila

Si riportano di seguito la sintesi delle proprietà geometriche e meccaniche delle pile di calcolo, nonché le valutazioni effettuate per l'analisi sismica, sia in ipotesi di sezione fessurata che non fessurata, con riferimento allo spettro elastico (q=1) e allo spettro di progetto (q=1.5): come anticipato nei criteri di modellazione, l'analisi è stata sviluppata riconducendo la pila allo schema di oscillatore semplice con incastro alla base.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    VI.01.B5.001    A    47 di 135</b>	

PROPRIETA' MECCANICHE E GEOMETRICHE PILA			
	<b>VI. 01</b>	-	WBS viadotto
	<b>P 36</b>	-	Numero pila
Sigla pila	B	-	Tipologia pila per geometria
H <sub>p</sub>	11.6 m		Altezza pila
γ	25 kN/m <sup>3</sup>		Peso per unità di volume
f <sub>ck</sub>	32 MPa		Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
s	1.2 m		Altezza sezione piena estremità superiore pila
s*	0.65 m		Altezza protuberanze pila
A	11.45 m <sup>2</sup>		Sezione trasversale fusto pila
A <sub>sup</sub>	36.32 m <sup>2</sup>		Sezione trasversale estremità superiore pila
A <sub>sup</sub> *	3.88 m <sup>2</sup>		Sezione protuberanze testa pila (2 totali)
I <sub>y</sub>	1.35E+14 mm <sup>4</sup>		Inerzia mensola direzione trasversale
I <sub>z</sub>	1.90E+13 mm <sup>4</sup>		Inerzia mensola longitudinale
E	33346 MPa		Modulo di elasticità
K <sub>T</sub>	8566936 N/mm		Rigidezza flessionale direzione trasversale
K <sub>L</sub>	1207395 N/mm		Rigidezza flessionale direzione longitudinale
K <sub>T,fess</sub>	4283468 N/mm		Rigidezza flessionale in condizioni fessurate direzione trasversale
K <sub>L,fess</sub>	603698 N/mm		Rigidezza flessionale in condizioni fessurate direzione longitudinale
P <sub>pila_tot</sub>	4138 kN		Peso proprio pila
P <sub>sup.pila</sub>	2646 kN		Peso proprio della metà superiore della pila (Peso metà fusto+Peso pulvino)
P <sub>inf.pila</sub>	1493 kN		Peso proprio della metà inferiore della pila (Peso metà fusto)
m <sub>pila_tot</sub>	422 kN/m/s <sup>2</sup>		Massa pila
m <sub>sup.pila</sub>	270 kN/m/s <sup>2</sup>		Massa della metà superiore della pila
m <sub>inf.pila</sub>	152 kN/m/s <sup>2</sup>		Massa della metà inferiore della pila
Applicabilità analisi statica lineare		<b>Analisi statica lineare applicabile</b>	

CALCOLO MASSA EFFICACE PILA/IMPALCATO			
Sigla impalcato afferenti	3	-	
<u>Direzione longitudinale</u>			
P <sub>impalcato</sub>	6348 kN		Peso dell'impalcato (travi+soletta)
P <sub>permanenti portati</sub>	5315 kN		Carichi permanenti portati totali
P <sub>traffico ferroviario</sub>	7079 kN		Carico ferroviario
0.2xP <sub>traffico ferroviario</sub>	1416 kN		20% del carico dovuto al transito dei mezzi
m <sub>impalcato</sub>	1334 kN/m/s <sup>2</sup>		Massa impalcato (PP+PERM.+0.2ACC) - direzione longitudinale
<b>m<sub>efficace tot - longitudinale</sub></b>	<b>1614 kN/m/s<sup>2</sup></b>		<b>Massa efficace pila sup.+impalcato - direzione longitudinale</b>
<u>Direzione trasversale</u>			
P <sub>impalcato</sub>	7274 kN		Peso dell'impalcato (travi+soletta)
P <sub>permanenti portati</sub>	7157 kN		Carichi permanenti portati totali
P <sub>traffico ferroviario</sub>	8889 kN		Carico ferroviario
0.2xP <sub>traffico ferroviario</sub>	1778 kN		20% del carico dovuto al transito dei mezzi
m <sub>impalcato</sub>	1653 kN/m/s <sup>2</sup>		Massa impalcato (PP+PERM.+0.2ACC) - direzione trasversale
<b>m<sub>efficace tot - trasversale</sub></b>	<b>1933 kN/m/s<sup>2</sup></b>		<b>Massa efficace pila sup.+impalcato - direzione trasversale</b>

PARAMETRI SPETTRALI			
a <sub>g</sub>	0.218 g		PGA
S <sub>S</sub>	1.377		Coefficiente stratigrafico
a <sub>g</sub> (T=0)	0.300 g		Accelerazione spettrale al suolo (a <sub>g</sub> *S)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>48 di 135</b>

CALCOLO PERIODO DI VIBRAZIONE PILA IN DIREZIONE LONGITUDINALE		
<u>Ipotesi sezione non fessurata (<math>E = E_m</math>)</u>		
TL	0.230 s	Periodo di vibrazione
<b>Spettro di progetto (<math>q = 1.5</math>)</b>		
ag(T)	0.494 g	Accelerazione spettrale in direzione longitudinale ( $q=1.5$ )
FL	7822 kN	Taglio longitudinale base pila
ML	90968 kNm	Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
<b>Spettro elastico (<math>q = 1</math>)</b>		
ag(T)	0.741 g	Accelerazione spettrale in direzione longitudinale ( $q=1$ )
FL	11733 kN	Taglio longitudinale
ML	136452 kNm	Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
<u>Ipotesi sezione fessurata (<math>E_f = 0.5E</math>)</u>		
TL,fess	0.325 s	
<b>Spettro di progetto (<math>q = 1.5</math>)</b>		
ag(T)	0.494 g	Accelerazione spettrale in direzione longitudinale ( $q=1.5$ )
FL	7822 kN	Taglio longitudinale base pila
ML	90968 kNm	Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
<b>Spettro elastico (<math>q = 1</math>)</b>		
ag(T)	0.741 g	Accelerazione spettrale in direzione longitudinale ( $q=1$ )
Fi,sup	11658 kN	Forza di inerzia parte superiore
Fi,inf	3419 kN	Forza di inerzia parte inferiore
FL	15076 kN	Taglio longitudinale intradosso plinto
ML	162315 kNm	Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato

CALCOLO PERIODO DI VIBRAZIONE PILA IN DIREZIONE TRASVERSALE		
<u>Ipotesi sezione non fessurata (<math>E = E_m</math>)</u>		
Tt	0.094 s	
<b>Spettro di progetto (<math>q = 1.5</math>)</b>		
ag(T)	0.402 g	Accelerazione spettrale in direzione trasversale ( $q=1.5$ )
FT	7629 kN	Taglio trasversale
MT	88724 kNm	Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
<b>Spettro elastico (<math>q = 1</math>)</b>		
ag(T)	0.533 g	Accelerazione spettrale in direzione trasversale ( $q=1$ )
FT	10098 kN	Taglio trasversale
MT	117435 kNm	Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
<u>Ipotesi sezione fessurata (<math>E_f = 0.5E</math>)</u>		
TT,fess	0.133	
<b>Spettro di progetto (<math>q = 1.5</math>)</b>		
ag(T)	0.447 g	Accelerazione spettrale in direzione trasversale ( $q=1.5$ )
FT	8467 kN	Taglio trasversale
MT	98475 kNm	Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
<b>Spettro elastico (<math>q = 1</math>)</b>		
ag(T)	0.633 g	Accelerazione spettrale in direzione trasversale ( $q=1$ )
Fi,sup	11940 kN	Forza di inerzia parte superiore
Fi,inf	3419 kN	Forza di inerzia parte inferiore
FT	15358 kN	Taglio trasversale
MT	166156 kNm	Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>49 di 135</b>

PROPRIETA' MECCANICHE E GEOMETRICHE PILA			
	<b>VI. 01</b>	-	WBS viadotto
	<b>P 55</b>	-	Numero pila
Sigla pila	B	-	Tipologia pila per geometria
H <sub>p</sub>	5.6	m	Altezza pila
γ	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume
f <sub>ck</sub>	32	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
s	1.2	m	Altezza sezione piena estremità superiore pila
s*	0.65	m	Altezza protuberanze pila
A	11.45	m <sup>2</sup>	Sezione trasversale fusto pila
A <sub>sup</sub>	36.32	m <sup>2</sup>	Sezione trasversale estremità superiore pila
A <sub>sup</sub> *	3.88	m <sup>2</sup>	Sezione protuberanze testa pila (2 totali)
I <sub>y</sub>	1.35E+14	mm <sup>4</sup>	Inerzia mensola direzione trasversale
I <sub>z</sub>	1.90E+13	mm <sup>4</sup>	Inerzia mensola longitudinale
E	33346	MPa	Modulo di elasticità
K <sub>T</sub>	75516088	N/mm	Rigidezza flessionale direzione trasversale
K <sub>L</sub>	10642983	N/mm	Rigidezza flessionale direzione longitudinale
K <sub>T,fess</sub>	37758044	N/mm	Rigidezza flessionale in condizioni fessurate direzione trasversale
K <sub>L,fess</sub>	5321491	N/mm	Rigidezza flessionale in condizioni fessurate direzione longitudinale
P <sub>pila_tot</sub>	2421	kN	Peso proprio pila
P <sub>sup.pila</sub>	1787	kN	Peso proprio della metà superiore della pila (Peso metà fusto+Peso pulvino)
P <sub>inf.pila</sub>	634	kN	Peso proprio della metà inferiore della pila (Peso metà fusto)
m <sub>pila_tot</sub>	247	kN/m/s <sup>2</sup>	Massa pila
m <sub>sup.pila</sub>	182	kN/m/s <sup>2</sup>	Massa della metà superiore della pila
m <sub>inf.pila</sub>	65	kN/m/s <sup>2</sup>	Massa della metà inferiore della pila
Applicabilità analisi statica lineare		<b>Analisi statica lineare applicabile</b>	

CALCOLO MASSA EFFICACE PILA/IMPALCATO			
Sigla impalcato afferenti	3	-	
<u>Direzione longitudinale</u>			
P <sub>impalcato</sub>	6348	kN	Peso dell'impalcato (travi+soletta)
P <sub>permanenti portati</sub>	5315	kN	Carichi permanenti portati totali
P <sub>traffico ferroviario</sub>	7079	kN	Carico ferroviario
0.2xP <sub>traffico ferroviario</sub>	1416	kN	20% del carico dovuto al transito dei mezzi
m <sub>impalcato</sub>	1334	kN/m/s <sup>2</sup>	Massa impalcato (PP+PERM.+0.2ACC) - direzione longitudinale
<b>m<sub>efficace tot - longitudinale</sub></b>	<b>1526</b>	<b>kN/m/s<sup>2</sup></b>	<b>Massa efficace pila sup.+impalcato - direzione longitudinale</b>
<u>Direzione trasversale</u>			
P <sub>impalcato</sub>	7274	kN	Peso dell'impalcato (travi+soletta)
P <sub>permanenti portati</sub>	7157	kN	Carichi permanenti portati totali
P <sub>traffico ferroviario</sub>	8889	kN	Carico ferroviario
0.2xP <sub>traffico ferroviario</sub>	1778	kN	20% del carico dovuto al transito dei mezzi
m <sub>impalcato</sub>	1653	kN/m/s <sup>2</sup>	Massa impalcato (PP+PERM.+0.2ACC) - direzione trasversale
<b>m<sub>efficace tot - trasversale</sub></b>	<b>1845</b>	<b>kN/m/s<sup>2</sup></b>	<b>Massa efficace pila sup.+impalcato - direzione trasversale</b>

PARAMETRI SPETTRALI			
a <sub>g</sub>	0.218	g	PGA
S <sub>S</sub>	1.377		Coefficiente stratigrafico
a <sub>g</sub> (T=0)	0.300	g	Accelerazione spettrale al suolo (a <sub>g</sub> *S)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>50 di 135</b>
		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					

<b>CALCOLO PERIODO DI VIBRAZIONE PILA IN DIREZIONE LONGITUDINALE</b>		
<u>Ipotesi sezione non fessurata (<math>E = E_m</math>)</u>		
TL	0.075 s	Periodo di vibrazione
<b>Spettro di progetto (q = 1.5)</b>		
ag(T)	0.383 g	Accelerazione spettrale in direzione longitudinale (q=1.5)
FL	5734 kN	Taglio longitudinale base pila
ML	32280 kNm	Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
<b>Spettro elastico (q = 1)</b>		
ag(T)	0.489 g	Accelerazione spettrale in direzione longitudinale (q=1)
FL	7314 kN	Taglio longitudinale
ML	41177 kNm	Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
<u>Ipotesi sezione fessurata (<math>E_f = 0.5E</math>)</u>		
TL,fess	0.106 s	
<b>Spettro di progetto (q = 1.5)</b>		
ag(T)	0.416 g	Accelerazione spettrale in direzione longitudinale (q=1.5)
FL	6230 kN	Taglio longitudinale base pila
ML	35075 kNm	Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
<b>Spettro elastico (q = 1)</b>		
ag(T)	0.564 g	Accelerazione spettrale in direzione longitudinale (q=1)
Fi,sup	8386 kN	Forza di inerzia parte superiore
Fi,inf	3161 kN	Forza di inerzia parte inferiore
FL	11546 kN	Taglio longitudinale intradosso plinto
ML	67143 kNm	Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato

<b>CALCOLO PERIODO DI VIBRAZIONE PILA IN DIREZIONE TRASVERSALE</b>		
<u>Ipotesi sezione non fessurata (<math>E = E_m</math>)</u>		
Tt	0.031 s	
<b>Spettro di progetto (q = 1.5)</b>		
ag(T)	0.333 g	Accelerazione spettrale in direzione trasversale (q=1.5)
FT	6032 kN	Taglio trasversale
MT	33963 kNm	Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
<b>Spettro elastico (q = 1)</b>		
ag(T)	0.376 g	Accelerazione spettrale in direzione longitudinale (q=1)
FT	6797 kN	Taglio trasversale
MT	38266 kNm	Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
<u>Ipotesi sezione fessurata (<math>E_f = 0.5E</math>)</u>		
TT,fess	0.044	
<b>Spettro di progetto (q = 1.5)</b>		
ag(T)	0.347 g	Accelerazione spettrale in direzione trasversale (q=1.5)
FT	6283 kN	Taglio trasversale
MT	35371 kNm	Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
<b>Spettro elastico (q = 1)</b>		
ag(T)	0.407 g	Accelerazione spettrale in direzione trasversale (q=1)
Fi,sup	7324 kN	Forza di inerzia parte superiore
Fi,inf	3161 kN	Forza di inerzia parte inferiore
FT	10485 kN	Taglio trasversale
MT	59046 kNm	Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>51 di 135</b>

## 10.1 SOLLECITAZIONI AGENTI

Si riporta di seguito la sintesi degli scarichi espletati dagli appoggi d'impalcato sulla pila, relativamente ai due lati, fisso e mobile, per ciascuna delle condizioni di carico elementari analizzate. Le grandezze che figurano nella Tabella di seguito fanno riferimento alle seguenti azioni trasmesse dagli appoggi:

N: Reazione verticale (positiva, se diretta verso l'alto)

Ht: Reazione orizzontale, in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

Hi: Reazione orizzontale, in direzione parallela all'asse del viadotto

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    VI.01.B5.001    A    52 di 135</b>	

CASI DI CARICO		APPOGGIO 1			APPOGGIO 2			APPOGGIO 3			APPOGGIO 4		
Sigla	Tipologia	N	Ht	HI	N	Ht	HI	N	Ht	HI	N	Ht	HI
-	-	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
G1	Carichi permanenti strutturali	794.5	0.0	0.0	792.4	0.0	0.0	792.4	0.0	0.0	794.5	0.0	0.0
G2 (G2,1+G2,2+G2,3+G2,4)	Carichi permanenti non strutturali	688.2	0.0	0.0	640.1	0.0	0.0	640.3	0.0	0.0	688.8	0.0	0.0
Q3,a B1-SW2	Aviamento treno	-36.1	0.0	0.0	-37.2	43.1	403.1	-31.8	43.1	421.9	-26.6	0.0	0.0
Q3,a B1-LM71	Aviamento treno	-39.7	0.0	0.0	-41.0	47.4	443.5	-35.0	47.4	464.0	-29.3	0.0	0.0
Q3,a B2-LM71	Aviamento treno	29.3	0.0	0.0	35.0	47.4	-464.0	41.0	47.4	-443.5	39.7	0.0	0.0
Q3,f B1-SW2	Frenatura treno	38.2	0.0	0.0	39.5	-45.7	-427.6	33.7	-45.7	-447.4	28.2	0.0	0.0
Q3,f B1-LM71	Frenatura treno	24.0	0.0	0.0	24.8	-28.8	-268.8	21.2	-28.7	-281.2	17.7	0.0	0.0
Q3,f B2-LM71	Frenatura treno	-17.7	0.0	0.0	-21.2	-28.7	281.2	-24.8	-28.8	268.8	-24.0	0.0	0.0
Q4 B1-SW2	Azione centrifuga	-121.7	0.0	0.0	-47.0	93.1	6.8	40.5	92.6	-6.8	128.2	0.0	0.0
Q4 B1-LM71	Azione centrifuga	-135.0	0.0	0.0	-51.3	102.8	7.8	45.4	102.4	-7.8	140.9	0.0	0.0
Q4 B2-LM71	Azione centrifuga	-141.0	0.0	0.0	-45.4	102.4	7.8	51.3	102.9	-7.8	135.1	0.0	0.0
Q5 B1-SW2	Serpeggio	-19.4	0.0	0.0	-7.1	25.1	2.3	7.1	25.1	-2.3	19.4	0.0	0.0
Q5 B1-LM71	Serpeggio	-21.3	0.0	0.0	-7.8	27.6	2.5	7.8	27.6	-2.5	21.3	0.0	0.0
Q5 B2-LM71	Serpeggio	-21.3	0.0	0.0	-7.8	27.6	2.5	7.8	27.6	-2.5	21.3	0.0	0.0
Q6	Vento	-210.4	0.0	0.0	-75.3	201.8	15.0	73.4	201.7	-15.0	212.2	0.0	0.0
LM71_B1	Traffico ferroviario	-11.6	0.0	0.0	292.6	0.0	0.0	574.5	0.0	0.0	810.9	0.0	0.0
LM71_B2	Traffico ferroviario	815.6	0.0	0.0	568.6	0.0	0.0	290.5	0.0	0.0	-11.5	0.0	0.0
SW2_B1	Traffico ferroviario	-9.2	0.0	0.0	322.3	0.0	0.0	639.9	0.0	0.0	923.0	0.0	0.0
A_Gk	Resistenze parassite	0.0	0.0	8.9	0.0	0.0	8.6	0.0	0.0	8.6	0.0	0.0	8.9
A_Qk	Resistenze parassite	0.0	0.0	29.5	0.0	0.0	32.1	0.0	0.0	33.6	0.0	0.0	33.4

Tabella 5: Scarichi espletati dagli appoggi per le singole condizioni di carico – Lato fisso

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>53 di 135</b>

CASI DI CARICO		APPOGGIO 5			APPOGGIO 6			APPOGGIO 7			APPOGGIO 8		
Sigla	Tipologia	N	Ht	HI									
-	-	kN	kN	kN									
G1	Carichi permanenti strutturali	1100.0	0.0	0.0	950.0	0.0	0.0	950.0	0.0	0.0	1100.0	0.0	0.0
G2 (G2,1+G2,2+G2,3+G2,4)	Carichi permanenti non strutturali	1300.0	0.0	0.0	900.0	0.0	0.0	900.0	0.0	0.0	1400.0	0.0	0.0
Q3,a B1-SW2	Aviamento treno	50.0	0.0	0.0	0.0	-80.0	0.0	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0
Q3,a B1-LM71	Aviamento treno	50.0	0.0	0.0	0.0	-90.0	0.0	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0
Q3,a B2-LM71	Aviamento treno	0.0	0.0	0.0	-50.0	-90.0	0.0	-50.0	0.0	0.0	-50.0	0.0	0.0
Q3,f B1-SW2	Frenatura treno	-50.0	0.0	0.0	0.0	110.0	0.0	-50.0	0.0	0.0	-50.0	0.0	0.0
Q3,f B1-LM71	Frenatura treno	-50.0	0.0	0.0	0.0	70.0	0.0	-50.0	0.0	0.0	-50.0	0.0	0.0
Q3,f B2-LM71	Frenatura treno	0.0	0.0	0.0	50.0	70.0	0.0	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0
Q4 B1-SW2	Azione centrifuga	-150.0	0.0	0.0	-50.0	230.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200.0	0.0	0.0
Q4 B1-LM71	Azione centrifuga	-200.0	0.0	0.0	-50.0	330.0	0.0	50.0	0.0	0.0	250.0	0.0	0.0
Q4 B2-LM71	Azione centrifuga	-350.0	0.0	0.0	-50.0	330.0	0.0	100.0	0.0	0.0	150.0	0.0	0.0
Q5 B1-SW2	Serpeggio	-50.0	0.0	0.0	-50.0	110.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
Q5 B1-LM71	Serpeggio	-50.0	0.0	0.0	-50.0	120.0	0.0	150.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
Q5 B2-LM71	Serpeggio	-150.0	0.0	0.0	-100.0	120.0	0.0	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0
Q6	Vento	-200.0	0.0	0.0	-50.0	400.0	0.0	50.0	0.0	0.0	150.0	0.0	0.0
LM71_B1	Traffico ferroviario	50.0	0.0	0.0	450.0	0.0	0.0	950.0	0.0	0.0	1050.0	0.0	0.0
LM71_B2	Traffico ferroviario	850.0	0.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	500.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
SW2_B1	Traffico ferroviario	50.0	0.0	0.0	550.0	0.0	0.0	1050.0	0.0	0.0	1250.0	0.0	0.0
A_Gk	Resistenze parassite	0.0	120.0	120.0	0.0	120.0	225.0	0.0	130.0	225.0	0.0	130.0	130.0
A_Qk	Resistenze parassite	0.0	30.0	30.0	0.0	30.0	85.0	0.0	40.0	85.0	0.0	40.0	40.0

Tabella 6: Scarichi espletati dagli appoggi per le singole condizioni di carico – Lato mobile

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>54 di 135</b>	

Si riporta di seguito la sintesi delle sollecitazioni indotte nella sezione a quota testa pila, desunte dagli scarichi espletati dagli appoggi. I momenti flettenti nei due piani di verifica sono ricavati tenendo in considerazione le eccentricità, rispetto all'asse pila, dei singoli appoggi su ciascun lato, in direzione longitudinale e in direzione trasversale.

I tagli agenti in condizioni sismiche, riportati nella seguente Tabella sono ricavati, come anticipato in precedenza, dallo schema di oscillatore semplice, considerando lo spettro di risposta di progetto.

Le grandezze che figurano nelle Tabelle riportate di seguito fanno riferimento al seguente gruppo di sollecitazioni:

N: Sforzo normale (negativo, se di compressione)

Ht: Taglio in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

Hi: Taglio in direzione parallela all'asse del viadotto

Mt: Momento flettente che produce flessione nel piano ortogonale all'asse del viadotto

Ml: Momento flettente che produce flessione nel piano parallelo all'asse del viadotto

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>55 di 135</b>

Combinazioni di carico	SOLLECITAZIONI TESTA PILA				
	<b>N</b>	<b>Ht</b>	<b>HI</b>	<b>Mt</b>	<b>MI</b>
-	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU-Gr.1(N)	-32420	2796	1057	18207	1369
SLU-Gr.3(N)	-32541	1778	2113	11989	1786
SLU-Gr.1(P)	-33099	2605	1292	18658	622
SLU-Gr.3(P)	-33233	1690	2585	12516	337
SLU-Gr.1-1SW/2	-27573	1572	634	22443	984
SLU-Gr.3-1SW/2	-27493	1168	1269	19790	727
SLU-Gr.1-MaxML(P)	-25436	1445	1292	7798	5178
SLU-Gr.3-MaxML(P)	-25230	1088	2585	6020	5405
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-26296	2796	1057	17996	1104
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-26417	1778	2113	11778	1522
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-26975	2605	1292	18447	357
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-27108	1690	2585	12305	72
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	-21449	1572	634	22232	719
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	-21369	1168	1269	19579	463
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	-19312	1445	1292	7586	5443
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	-19106	1088	2585	5809	5670
SLV-EL+0.3ET	-14431	2554	7822	0	0
SLV-0.3EL+ET	-14169	8471	2347	0	0
SLE-C-Gr.1(N)	-22615	1912	729	12473	907
SLE-C-Gr.3(N)	-22698	1210	1458	8185	1195
SLE-C-Gr.1(P)	-23083	1780	891	12784	392
SLE-C-Gr.3(P)	-23175	1149	1783	8549	195
SLE-C-Gr.1-1SW/2	-19272	1067	438	15395	641
SLE-C-Gr.3-1SW/2	-19217	789	875	13565	464
SLE-C-Gr.1-MaxML (P)	-17798	980	891	5294	3608
SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	-17656	734	1783	4069	3765
SLE-F-Gr.1(N)	-21002	1144	583	8471	838
SLE-F-Gr.3(N)	-21069	582	1166	5040	1068
SLE-F-Gr.1(P)	-21377	1038	713	8720	426
SLE-F-Gr.3(P)	-21450	533	1426	5331	269
SLE-F-Gr.1-1SW/2	-18328	468	350	10808	625
SLE-F-Gr.3-1SW/2	-18284	245	700	9344	484
SLE-F-Gr.1-MaxML (P)	-17149	398	713	2728	2774
SLE-F-Gr.3-MaxML (P)	-17035	201	1426	1747	2899
SLE-QP	-14431	0	0	422	466

Tabella 7: Sollecitazioni nella sezione a quota testa pila – P36

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	56 di 135

Combinazioni di carico	SOLLECITAZIONI TESTA PILA				
	N	Ht	HI	Mt	MI
-	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU-Gr.1(N)	-32420	2796	1057	18207	1369
SLU-Gr.3(N)	-32541	1778	2113	11989	1786
SLU-Gr.1(P)	-33099	2605	1292	18658	622
SLU-Gr.3(P)	-33233	1690	2585	12516	337
SLU-Gr.1-1SW/2	-27573	1572	634	22443	984
SLU-Gr.3-1SW/2	-27493	1168	1269	19790	727
SLU-Gr.1-MaxML(P)	-25436	1445	1292	7798	5178
SLU-Gr.3-MaxML(P)	-25230	1088	2585	6020	5405
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-26296	2796	1057	17996	1104
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-26417	1778	2113	11778	1522
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-26975	2605	1292	18447	357
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-27108	1690	2585	12305	72
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	-21449	1572	634	22232	719
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	-21369	1168	1269	19579	463
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	-19312	1445	1292	7586	5443
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	-19106	1088	2585	5809	5670
SLV-EL+0.3ET	-14431	1898	6230	0	0
SLV-0.3EL+ET	-14169	6287	1869	0	0
SLE-C-Gr.1(N)	-22615	1912	729	12473	907
SLE-C-Gr.3(N)	-22698	1210	1458	8185	1195
SLE-C-Gr.1(P)	-23083	1780	891	12784	392
SLE-C-Gr.3(P)	-23175	1149	1783	8549	195
SLE-C-Gr.1-1SW/2	-19272	1067	438	15395	641
SLE-C-Gr.3-1SW/2	-19217	789	875	13565	464
SLE-C-Gr.1-MaxML (P)	-17798	980	891	5294	3608
SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	-17656	734	1783	4069	3765
SLE-F-Gr.1(N)	-21002	1144	583	8471	838
SLE-F-Gr.3(N)	-21069	582	1166	5040	1068
SLE-F-Gr.1(P)	-21377	1038	713	8720	426
SLE-F-Gr.3(P)	-21450	533	1426	5331	269
SLE-F-Gr.1-1SW/2	-18328	468	350	10808	625
SLE-F-Gr.3-1SW/2	-18284	245	700	9344	484
SLE-F-Gr.1-MaxML (P)	-17149	398	713	2728	2774
SLE-F-Gr.3-MaxML (P)	-17035	201	1426	1747	2899
SLE-QP	-14431	0	0	422	466

Tabella 8: Sollecitazioni nella sezione a quota testa pila – P55

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<p align="center"><b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b></p> <p align="center"><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b></p>												
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.01.B5.001</td> <td>A</td> <td>57 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	57 di 135
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	57 di 135								

Il calcolo delle massime sollecitazioni agenti a quota spiccato plinto è stato effettuato trasportando le azioni relative alla sezione di testa pila e considerando i carichi aggiuntivi relativi al peso proprio della pila e all'azione del vento sulla pila.

Di seguito se ne riporta una sintesi.

Le grandezze che figurano nelle Tabelle riportate di seguito fanno riferimento al medesimo gruppo di sollecitazioni individuato in precedenza per la sezione a quota testa pila.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
				IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	58 di 135

Combinazioni di carico	SOLLECITAZIONI BASE PILA				
	N	Ht	HI	Mt	MI
-	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU-Gr.1(N)	-38007	2882	1358	51226	15408
SLU-Gr.3(N)	-38128	1865	2414	33174	28115
SLU-Gr.1(P)	-38686	2692	1593	49461	17401
SLU-Gr.3(P)	-38820	1776	2886	32670	32146
SLU-Gr.1-1SW/2	-33160	1658	935	41224	10111
SLU-Gr.3-1SW/2	-33080	1254	1570	33872	17233
SLU-Gr.1-MaxML(P)	-31023	1532	1593	25110	21958
SLU-Gr.3-MaxML(P)	-30817	1174	2886	19175	37214
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-30434	2882	1358	51015	15144
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-30555	1865	2414	32963	27850
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-31113	2692	1593	49250	17137
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-31247	1776	2886	32458	31882
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	-25587	1658	935	41013	9847
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	-25507	1254	1570	33661	16968
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	-23450	1532	1593	24898	22222
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	-23244	1174	2886	18964	37479
SLV-EL+0.3ET	-18570	2554	7822	33715	92570
SLV-0.3EL+ET	-18307	8471	2347	112385	27478
SLE-C-Gr.1(N)	-26753	1969	929	35041	10549
SLE-C-Gr.3(N)	-26837	1267	1658	22590	19312
SLE-C-Gr.1(P)	-27221	1838	1092	33823	11924
SLE-C-Gr.3(P)	-27314	1206	1983	22243	22092
SLE-C-Gr.1-1SW/2	-23411	1125	638	28142	6896
SLE-C-Gr.3-1SW/2	-23355	846	1076	23072	11807
SLE-C-Gr.1-MaxML (P)	-21937	1038	1092	17029	15140
SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	-21794	791	1983	12936	25662
SLE-F-Gr.1(N)	-25140	1144	583	21772	7618
SLE-F-Gr.3(N)	-25207	582	1166	11811	14629
SLE-F-Gr.1(P)	-25515	1038	713	20797	8718
SLE-F-Gr.3(P)	-25589	533	1426	11533	16853
SLE-F-Gr.1-1SW/2	-22466	468	350	16253	4696
SLE-F-Gr.3-1SW/2	-22422	245	700	12197	8625
SLE-F-Gr.1-MaxML (P)	-21287	398	713	7362	11066
SLE-F-Gr.3-MaxML (P)	-21174	201	1426	4088	19484
SLE-QP	-18570	0	0	422	466

Tabella 9: Sollecitazioni nella sezione di spiccato – P36

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	59 di 135

Combinazioni di carico	SOLLECITAZIONI BASE PILA				
	N	Ht	HI	Mt	MI
-	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU-Gr.1(N)	-35688	2838	1202	34066	7728
SLU-Gr.3(N)	-35810	1820	2259	22119	14095
SLU-Gr.1(P)	-36367	2647	1438	33444	8308
SLU-Gr.3(P)	-36501	1732	2730	22147	15298
SLU-Gr.1-1SW/2	-30842	1613	780	31409	4965
SLU-Gr.3-1SW/2	-30762	1209	1414	26482	8280
SLU-Gr.1-MaxML(P)	-28705	1487	1438	16053	12864
SLU-Gr.3-MaxML(P)	-28498	1130	2730	12263	20367
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-28716	2838	1202	33855	7464
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-28838	1820	2259	21908	13830
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-29395	2647	1438	33233	8043
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-29529	1732	2730	21936	15034
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	-23870	1613	780	31198	4701
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	-23790	1209	1414	26270	8016
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	-21733	1487	1438	15842	13128
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	-21526	1130	2730	12052	20631
SLV-EL+0.3ET	-16852	1898	6230	14784	36677
SLV-0.3EL+ET	-16590	6287	1869	49281	10710
SLE-C-Gr.1(N)	-25035	1940	826	23314	5283
SLE-C-Gr.3(N)	-25119	1238	1555	15075	9674
SLE-C-Gr.1(P)	-25504	1808	988	22885	5683
SLE-C-Gr.3(P)	-25596	1177	1880	15094	10504
SLE-C-Gr.1-1SW/2	-21693	1095	535	21482	3378
SLE-C-Gr.3-1SW/2	-21638	817	972	18084	5664
SLE-C-Gr.1-MaxML (P)	-20219	1008	988	10891	8899
SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	-20077	762	1880	8278	14074
SLE-F-Gr.1(N)	-23423	1144	583	14910	4120
SLE-F-Gr.3(N)	-23490	582	1166	8318	7633
SLE-F-Gr.1(P)	-23797	1038	713	14567	4440
SLE-F-Gr.3(P)	-23871	533	1426	8334	8297
SLE-F-Gr.1-1SW/2	-20749	468	350	13444	2596
SLE-F-Gr.3-1SW/2	-20705	245	700	10725	4425
SLE-F-Gr.1-MaxML (P)	-19570	398	713	4971	6788
SLE-F-Gr.3-MaxML (P)	-19456	201	1426	2880	10928
SLE-QP	-16852	0	0	422	466

Tabella 10: Sollecitazioni nella sezione di spiccato – P55

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
				IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	60 di 135		

## 10.2 VERIFICA DEL FUSTO

Le verifiche strutturali allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio sono state svolte, seguendo i criteri esposti in precedenza, con il codice di calcolo RC-SEC, per ciascuna delle combinazioni di carico considerate.

La sezione di verifica è quella relativa allo spiccato della pila (quota estradosso plinto).

L'armatura longitudinale del fusto della pila prevede ferri distribuiti lungo il perimetro, sia lungo il lato interno che quello esterno.

Una sintesi delle caratteristiche dell'armatura longitudinale e a taglio (staffe) previste è esibita nei prospetti di seguito. Il valore del copriferro  $c$  che figura è valutato in asse barra; l'area di armatura minima da garantire, rispetto alla sezione di calcestruzzo, segue le prescrizioni riportate nel par.2.5.2.2.6 del "Manuale di progettazione delle opere civili".

### PILA B.3 – Armatura tipo 1

ARMATURA LONGITUDINALE FUSTO								
n°strati	c (cm)	$\phi$ (mm)	$s_{ext}$ (cm)	$s_{int}$ (cm)	n°tot	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_s/A_{cls}$ (%)	$A_{min}/A_{cls}$ (%)
1	7.7	26	20	20	306	1623.8	1.42	0.6

ARMATURA TRASVERSALE FUSTO (STAFFE)							
Direzione longitudinale				Direzione trasversale			
nb	$\phi$ (mm)	s (cm)	$A_{v, st}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)	nb	$\phi$ (mm)	s (cm)	$A_{v, st}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)
6	16	20	60.32	4	16	20	40.21

### PILA B.3 – Armatura tipo 2

ARMATURA LONGITUDINALE FUSTO								
n°strati	c (cm)	$\phi$ (mm)	$s_{ext}$ (cm)	$s_{int}$ (cm)	n°tot	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_s/A_{cls}$ (%)	$A_{min}/A_{cls}$ (%)
1	7.2	20	20	20	306	960.8	0.84	0.6

ARMATURA TRASVERSALE FUSTO (STAFFE)							
Direzione longitudinale				Direzione trasversale			
nb	$\phi$ (mm)	s (cm)	$A_{v, st}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)	nb	$\phi$ (mm)	s (cm)	$A_{v, st}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)
6	14	20	46.18	4	14	20	30.79

Le grandezze che figurano nelle verifiche riportate di seguito fanno riferimento al seguente gruppo di sollecitazioni:

N: Sforzo normale (positivo, se di compressione)

Vx: Taglio in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

Vy: Taglio in direzione parallela all'asse del viadotto

My: Momento flettente che produce flessione nel piano ortogonale all'asse del viadotto

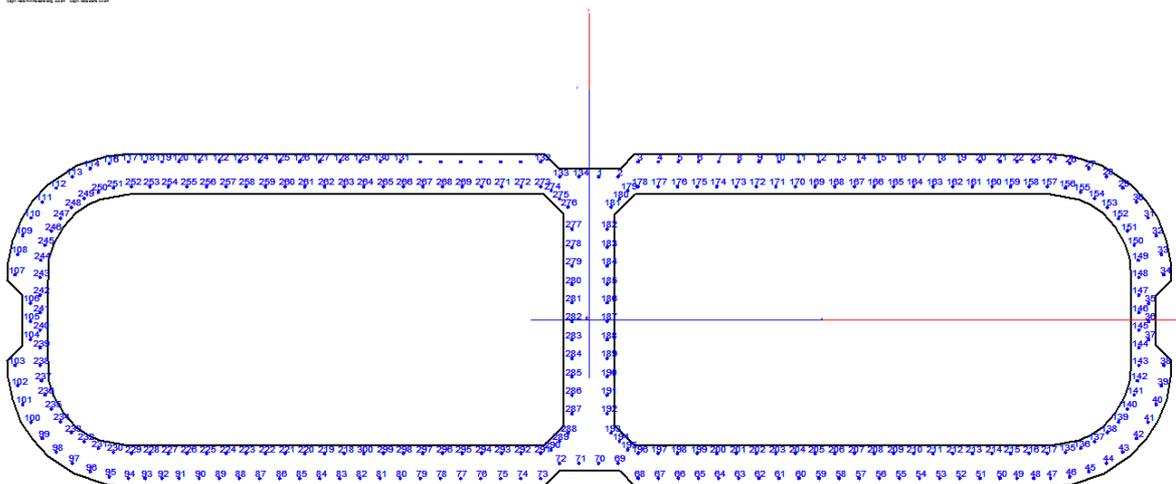
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>61 di 135</b>

Mx: Momento flettente che produce flessione nel piano parallelo all'asse del viadotto

Di seguito le verifiche strutturali relative alla sezione di spiccato della pila.

### PILA B.3 – Armatura tipo 1

Diagramma di calcolo della pila tipo B.3



### CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

#### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	477.1	163.0
2	506.1	153.6
3	534.2	135.2
4	549.6	118.9
5	561.0	101.2
6	569.9	79.6
7	574.3	58.1
8	575.0	39.6
9	560.0	24.6
10	560.0	-25.4
11	575.0	-40.4
12	574.4	-57.5
13	570.2	-79.0
14	561.5	-100.8
15	550.1	-118.6
16	534.7	-135.1
17	508.7	-152.7
18	477.2	-163.3

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 62 di 135</b>

19	461.2	-165.0
20	45.0	-165.0
21	30.0	-150.0
22	-30.0	-150.0
23	-45.0	-165.0
24	-461.2	-165.0
25	-477.2	-163.3
26	-508.6	-152.8
27	-534.6	-135.2
28	-549.9	-118.8
29	-561.3	-101.0
30	-570.1	-79.3
31	-574.4	-57.8
32	-575.0	-40.4
33	-560.0	-25.4
34	-560.0	24.6
35	-575.0	39.6
36	-574.3	57.8
37	-570.0	79.3
38	-561.2	100.9
39	-549.7	118.7
40	-534.4	135.0
41	-506.2	153.5
42	-477.1	163.0
43	-461.2	164.9
44	-45.0	165.0
45	-30.0	150.0
46	30.0	150.0
47	45.0	165.0
48	461.2	164.9

**DOMINIO N° 2**

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	533.6	-61.1
2	529.2	-75.4
3	519.6	-92.8
4	507.5	-105.7
5	495.7	-114.0
6	484.2	-119.7
7	455.0	-125.0
8	45.0	-125.0
9	25.0	-105.0
10	25.0	105.0
11	45.0	125.0
12	455.0	125.0
13	484.2	119.7
14	495.7	114.1
15	507.5	105.8
16	519.6	92.9
17	529.2	75.5
18	533.6	61.2

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>63 di 135</b>

19	535.0	40.0
20	535.0	-40.0

### DOMINIO N° 3

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-535.0	40.0
2	-533.6	61.2
3	-529.2	75.5
4	-519.6	92.9
5	-507.5	105.8
6	-495.7	114.1
7	-484.2	119.7
8	-455.0	125.0
9	-45.0	125.0
10	-25.0	105.0
11	-25.0	-105.0
12	-45.0	-125.0
13	-455.0	-125.0
14	-484.2	-119.7
15	-495.7	-114.0
16	-507.5	-105.7
17	-519.6	-92.8
18	-529.2	-75.4
19	-533.6	-61.1
20	-535.0	-40.0

### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	8.9	142.3	26
2	28.2	142.3	26
3	48.1	157.3	26
4	68.0	157.3	26
5	87.8	157.3	26
6	107.7	157.3	26
7	127.5	157.3	26
8	147.4	157.3	26
9	167.2	157.3	26
10	187.1	157.3	26
11	206.9	157.3	26
12	226.8	157.3	26
13	246.6	157.3	26
14	266.5	157.3	26
15	286.3	157.3	26
16	306.2	157.3	26
17	326.0	157.3	26
18	345.9	157.3	26
19	365.8	157.3	26
20	385.6	157.3	26
21	405.5	157.3	26

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>64 di 135</b>

22	422.2	157.3	26
23	438.9	157.3	26
24	455.5	157.3	26
25	474.4	155.6	26
26	474.4	155.6	26
27	493.2	150.6	26
28	510.8	142.4	26
29	526.7	131.3	26
30	540.5	117.5	26
31	551.6	101.6	26
32	559.8	84.0	26
33	564.8	65.2	26
34	567.4	45.0	26
35	552.3	16.7	26
36	552.3	-1.3	26
37	552.3	-19.2	26
38	567.4	-45.0	26
39	564.8	-65.2	26
40	559.8	-84.0	26
41	551.6	-101.6	26
42	540.5	-117.5	26
43	526.7	-131.3	26
44	510.8	-142.4	26
45	493.2	-150.6	26
46	474.4	-155.6	26
47	455.4	-157.3	26
48	438.9	-157.3	26
49	422.2	-157.3	26
50	405.5	-157.3	26
51	385.6	-157.3	26
52	365.8	-157.3	26
53	345.9	-157.3	26
54	326.0	-157.3	26
55	306.2	-157.3	26
56	286.3	-157.3	26
57	266.5	-157.3	26
58	246.6	-157.3	26
59	226.8	-157.3	26
60	206.9	-157.3	26
61	187.1	-157.3	26
62	167.2	-157.3	26
63	147.4	-157.3	26
64	127.5	-157.3	26
65	107.7	-157.3	26
66	87.8	-157.3	26
67	68.0	-157.3	26
68	48.1	-157.3	26
69	28.2	-142.3	26
70	8.9	-142.3	26
71	-10.4	-142.4	26
72	-29.6	-142.4	26
73	-48.0	-157.4	26
74	-67.9	-157.4	26
75	-87.8	-157.4	26
76	-107.6	-157.4	26

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 65 di 135</b>

77	-127.5	-157.4	26
78	-147.3	-157.4	26
79	-167.2	-157.4	26
80	-187.0	-157.4	26
81	-206.9	-157.4	26
82	-226.7	-157.4	26
83	-246.6	-157.4	26
84	-266.4	-157.4	26
85	-286.3	-157.4	26
86	-306.1	-157.4	26
87	-326.0	-157.4	26
88	-345.8	-157.4	26
89	-365.7	-157.4	26
90	-385.5	-157.4	26
91	-405.4	-157.4	26
92	-422.2	-157.3	26
93	-438.9	-157.3	26
94	-455.4	-157.3	26
95	-474.4	-155.6	26
96	-493.2	-150.6	26
97	-510.8	-142.4	26
98	-526.7	-131.3	26
99	-540.5	-117.5	26
100	-551.6	-101.6	26
101	-559.8	-84.0	26
102	-564.8	-65.2	26
103	-567.4	-45.0	26
104	-552.3	-19.2	26
105	-552.3	-1.3	26
106	-552.3	16.7	26
107	-567.4	45.0	26
108	-564.8	65.2	26
109	-559.8	84.0	26
110	-551.6	101.6	26
111	-540.5	117.5	26
112	-526.7	131.3	26
113	-510.8	142.4	26
114	-493.2	150.6	26
115	-474.4	155.6	26
116	-474.4	155.6	26
117	-455.5	157.3	26
118	-438.9	157.3	26
119	-422.2	157.3	26
120	-405.5	157.3	26
121	-385.5	157.3	26
122	-365.6	157.3	26
123	-345.8	157.3	26
124	-325.9	157.3	26
125	-306.0	157.3	26
126	-286.2	157.3	26
127	-266.3	157.3	26
128	-246.5	157.3	26
129	-226.6	157.3	26
130	-206.8	157.3	26
131	-186.9	157.3	26

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 66 di 135</b>

132	-48.0	157.3	26
133	-29.5	142.3	26
134	-10.3	142.3	26
135	470.2	-131.4	26
136	485.1	-127.4	26
137	499.1	-120.8	26
138	511.7	-112.0	26
139	522.7	-101.1	26
140	531.5	-88.4	26
141	538.0	-74.4	26
142	541.3	-60.2	26
143	542.7	-45.0	26
144	542.7	-27.5	26
145	542.7	-10.0	26
146	542.7	7.5	26
147	542.7	25.0	26
148	542.7	42.5	26
149	542.0	59.5	26
150	538.0	74.4	26
151	531.5	88.4	26
152	522.7	101.1	26
153	511.7	112.0	26
154	499.1	120.8	26
155	485.1	127.4	26
156	470.2	131.4	26
157	452.5	132.7	26
158	434.2	132.7	26
159	416.0	132.7	26
160	397.7	132.7	26
161	378.3	132.7	26
162	358.9	132.7	26
163	339.4	132.7	26
164	320.0	132.7	26
165	300.6	132.7	26
166	281.2	132.7	26
167	261.7	132.7	26
168	242.3	132.7	26
169	222.9	132.7	26
170	203.5	132.7	26
171	184.1	132.7	26
172	164.6	132.7	26
173	145.2	132.7	26
174	125.8	132.7	26
175	106.4	132.7	26
176	87.0	132.7	26
177	67.5	132.7	26
178	48.1	132.7	26
179	37.8	128.7	26
180	29.6	120.4	26
181	21.3	112.2	26
182	17.3	90.5	26
183	17.3	72.1	26
184	17.3	53.8	26
185	17.3	35.4	26
186	17.3	17.1	26

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>67 di 135</b>

187	17.3	-1.3	26
188	17.3	-19.6	26
189	17.3	-37.9	26
190	17.3	-56.3	26
191	17.3	-74.6	26
192	17.3	-93.0	26
193	21.3	-112.2	26
194	29.6	-120.4	26
195	37.8	-128.7	26
196	48.1	-132.7	26
197	67.5	-132.7	26
198	87.0	-132.7	26
199	106.4	-132.7	26
200	125.8	-132.7	26
201	145.2	-132.7	26
202	164.6	-132.7	26
203	184.1	-132.7	26
204	203.5	-132.7	26
205	222.9	-132.7	26
206	242.3	-132.7	26
207	261.7	-132.7	26
208	281.2	-132.7	26
209	300.6	-132.7	26
210	320.0	-132.7	26
211	339.4	-132.7	26
212	358.9	-132.7	26
213	378.3	-132.7	26
214	397.7	-132.7	26
215	416.0	-132.7	26
216	434.2	-132.7	26
217	452.5	-132.7	26
218	-242.3	-132.7	26
219	-261.7	-132.7	26
220	-281.2	-132.7	26
221	-300.6	-132.7	26
222	-320.0	-132.7	26
223	-339.4	-132.7	26
224	-358.9	-132.7	26
225	-378.3	-132.7	26
226	-397.7	-132.7	26
227	-416.0	-132.7	26
228	-434.2	-132.7	26
229	-452.5	-132.7	26
230	-470.2	-131.4	26
231	-485.1	-127.4	26
232	-499.1	-120.8	26
233	-511.7	-112.0	26
234	-522.7	-101.1	26
235	-531.5	-88.4	26
236	-538.0	-74.4	26
237	-541.3	-60.2	26
238	-542.7	-45.0	26
239	-542.7	-27.5	26
240	-542.7	-10.0	26
241	-542.7	7.5	26

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>68 di 135</b>

242	-542.7	25.0	26
243	-542.7	42.5	26
244	-542.0	59.5	26
245	-538.0	74.4	26
246	-531.5	88.4	26
247	-522.7	101.1	26
248	-511.7	112.0	26
249	-499.1	120.8	26
250	-485.1	127.4	26
251	-470.2	131.4	26
252	-452.5	132.7	26
253	-434.2	132.7	26
254	-416.0	132.7	26
255	-397.7	132.7	26
256	-378.3	132.7	26
257	-358.9	132.7	26
258	-339.4	132.7	26
259	-320.0	132.7	26
260	-300.6	132.7	26
261	-281.2	132.7	26
262	-261.7	132.7	26
263	-242.3	132.7	26
264	-222.9	132.7	26
265	-203.5	132.7	26
266	-184.1	132.7	26
267	-164.6	132.7	26
268	-145.2	132.7	26
269	-125.8	132.7	26
270	-106.4	132.7	26
271	-87.0	132.7	26
272	-67.5	132.7	26
273	-48.1	132.7	26
274	-37.8	128.7	26
275	-29.6	120.4	26
276	-21.3	112.2	26
277	-17.3	90.5	26
278	-17.3	72.1	26
279	-17.3	53.8	26
280	-17.3	35.4	26
281	-17.3	17.1	26
282	-17.3	-1.3	26
283	-17.3	-19.6	26
284	-17.3	-37.9	26
285	-17.3	-56.3	26
286	-17.3	-74.6	26
287	-17.3	-93.0	26
288	-21.3	-112.2	26
289	-29.6	-120.4	26
290	-37.8	-128.7	26
291	-48.1	-132.7	26
292	-67.5	-132.7	26
293	-87.0	-132.7	26
294	-106.4	-132.7	26
295	-125.8	-132.7	26
296	-145.2	-132.7	26

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>69 di 135</b>

297	-164.6	-132.7	26
298	-184.1	-132.7	26
299	-203.5	-132.7	26
300	-222.9	-132.7	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	131	132	6	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	38007.09	15408.03	51226.49	0.00	0.00
2	38128.38	28114.88	33173.79	0.00	0.00
3	38686.13	17401.41	49460.99	0.00	0.00
4	38819.96	32146.04	32669.54	0.00	0.00
5	33160.45	10111.22	41224.00	0.00	0.00
6	33080.41	17232.67	33871.97	0.00	0.00
7	31023.46	21957.55	25109.69	0.00	0.00
8	30817.12	37214.11	19175.19	0.00	0.00
9	30434.09	15143.51	51015.28	0.00	0.00
10	30555.38	27850.37	32962.58	0.00	0.00
11	31113.12	17136.89	49249.79	0.00	0.00
12	31246.96	31881.52	32458.33	0.00	0.00
13	25587.45	9846.70	41012.79	0.00	0.00
14	25507.41	16968.15	33660.76	0.00	0.00
15	23450.45	22222.07	24898.49	0.00	0.00
16	23244.12	37478.63	18963.98	0.00	0.00
17	18569.70	92569.76	33715.46	0.00	0.00
18	18307.16	27477.86	112384.87	0.00	0.00

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

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
				<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>70 di 135</b>		

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	26753.07	10548.92 (0.00)	35040.54 (0.00)
2	26836.72	19312.27 (658190.22)	22590.40 (769913.64)
3	27221.37	11923.67 (0.00)	33822.96 (0.00)
4	27313.67	22092.37 (279887.00)	22242.64 (281790.75)
5	23410.56	6895.95 (0.00)	28142.27 (0.00)
6	23355.36	11807.29 (0.00)	23071.90 (0.00)
7	21936.77	15139.99 (0.00)	17028.96 (0.00)
8	21794.47	25661.76 (125273.05)	12936.19 (63150.64)
9	25140.45	7618.15 (0.00)	21771.54 (0.00)
10	25207.37	14628.83 (0.00)	11811.43 (0.00)
11	25515.09	8717.94 (0.00)	20797.48 (0.00)
12	25588.93	16852.91 (0.00)	11533.23 (0.00)
13	22466.44	4695.77 (0.00)	16252.93 (0.00)
14	22422.28	8624.84 (0.00)	12196.63 (0.00)
15	21287.41	11066.44 (0.00)	7362.28 (0.00)
16	21173.57	19483.85 (0.00)	4088.07 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	18569.70	465.68 (0.00)	422.41 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	38007.09	70762.49	240508.47	38006.90	93332.40	317701.15	6.193	-----

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>				<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>					
<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>				<b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>				<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b>					
<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>				<b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b>					
PROGETTO ESECUTIVO				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
<b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>				<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>71 di 135</b>

2	S	38128.38	107543.44	107402.51	38128.10	139599.52	165779.34	4.991	-----
3	S	38686.13	78436.53	224260.80	38686.21	104380.03	293928.81	5.952	-----
4	S	38819.96	111506.93	90754.23	38820.15	142993.31	146231.24	4.469	-----
5	S	33160.45	60388.21	244679.63	33160.40	81039.53	333183.48	8.082	-----
6	S	33080.41	86662.99	174261.99	33080.52	119803.36	236461.06	6.982	-----
7	S	31023.46	102526.62	86507.82	31023.54	133068.41	151381.48	6.052	-----
8	S	30817.12	110825.21	35403.59	30817.11	136713.64	70608.64	3.681	-----
9	S	30434.09	66122.00	222850.00	30434.28	90795.82	307660.35	6.030	-----
10	S	30555.38	101070.13	91265.18	30555.33	131917.61	158032.34	4.776	-----
11	S	31113.12	71952.78	211050.56	31113.16	99441.16	289360.23	5.870	-----
12	S	31246.96	104748.33	75571.32	31246.85	134462.99	136120.47	4.210	-----
13	S	25587.45	55467.88	226590.73	25587.51	78237.06	321809.59	7.855	-----
14	S	25507.41	81503.40	154298.00	25507.20	114726.98	225889.56	6.726	-----
15	S	23450.45	95382.44	72121.77	23450.57	124024.67	138202.81	5.571	-----
16	S	23244.12	101952.50	30228.73	23244.41	126481.68	64737.13	3.386	-----
17	S	18569.70	97544.02	19731.25	18569.98	120332.61	44239.85	1.302	-----
18	S	18307.16	51194.61	206369.78	18307.27	76220.49	306608.08	2.731	-----

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00038	506.1	153.6	0.00340	510.8	142.4	-0.00545	-510.8	-142.4
2	0.00350	-0.00180	477.1	163.0	0.00329	474.4	155.6	-0.00864	-474.4	-155.6
3	0.00350	-0.00040	506.1	153.6	0.00340	493.2	150.6	-0.00550	-493.2	-150.6
4	0.00350	-0.00221	461.2	164.9	0.00325	474.4	155.6	-0.00957	-474.4	-155.6
5	0.00350	-0.00054	506.1	153.6	0.00341	510.8	142.4	-0.00584	-510.8	-142.4
6	0.00350	-0.00087	477.1	163.0	0.00336	474.4	155.6	-0.00654	-474.4	-155.6
7	0.00332	-0.00250	461.2	164.9	0.00307	474.4	155.6	-0.01000	-474.4	-155.6
8	0.00240	-0.00303	461.2	164.9	0.00213	455.5	157.3	-0.01000	-455.4	-157.3
9	0.00350	-0.00064	506.1	153.6	0.00339	493.2	150.6	-0.00604	-493.2	-150.6
10	0.00340	-0.00245	461.2	164.9	0.00315	474.4	155.6	-0.01000	-474.4	-155.6
11	0.00350	-0.00065	506.1	153.6	0.00339	493.2	150.6	-0.00607	-493.2	-150.6
12	0.00313	-0.00261	461.2	164.9	0.00286	455.5	157.3	-0.01000	-455.4	-157.3
13	0.00350	-0.00085	506.1	153.6	0.00340	510.8	142.4	-0.00655	-510.8	-142.4
14	0.00350	-0.00134	477.1	163.0	0.00333	474.4	155.6	-0.00763	-474.4	-155.6
15	0.00288	-0.00275	461.2	164.9	0.00262	455.5	157.3	-0.01000	-455.4	-157.3
16	0.00217	-0.00316	461.2	164.9	0.00190	455.5	157.3	-0.01000	-455.4	-157.3
17	0.00191	-0.00331	461.2	164.9	0.00164	455.5	157.3	-0.01000	-455.4	-157.3
18	0.00350	-0.00121	506.1	153.6	0.00339	510.8	142.4	-0.00737	-510.8	-142.4

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    VI.01.B5.001    A    72 di 135</b>	

a, b, c            Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d                Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid.              Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000005419	0.000011618	-0.001026926	----	----
2	0.000003455	0.000027788	-0.002676889	----	----
3	0.000005050	0.000012993	-0.001051456	----	----
4	0.000003182	0.000031477	-0.003156966	----	----
5	0.000006029	0.000010831	-0.001214729	----	----
6	0.000004550	0.000017936	-0.001593740	----	----
7	0.000003188	0.000032266	-0.003465792	----	----
8	0.000001286	0.000034834	-0.003934993	----	----
9	0.000005735	0.000012512	-0.001324485	----	----
10	0.000003374	0.000031962	-0.003425048	----	----
11	0.000005390	0.000013743	-0.001338517	----	----
12	0.000002771	0.000032862	-0.003568986	----	----
13	0.000006511	0.000011577	-0.001573340	----	----
14	0.000004713	0.000020863	-0.002148519	----	----
15	0.000002688	0.000032342	-0.003688603	----	----
16	0.000001119	0.000034585	-0.004050210	----	----
17	0.000000740	0.000034868	-0.004178311	----	----
18	0.000007013	0.000012631	-0.001989091	----	----

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver                S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max            Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max    Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min            Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min    Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff.            Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff.            Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre            Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12            Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.41	-45.0	125.0	2.9	-493.2	-150.6	----	----	----	----
2	S	2.93	-45.0	125.0	-0.3	-474.4	-155.6	----	----	----	----
3	S	2.52	-45.0	125.0	2.6	-493.2	-150.6	----	----	----	----
4	S	3.12	-45.0	125.0	-2.7	-474.4	-155.6	938	21.2	19.1	1.00
5	S	1.99	-45.0	125.0	5.9	-510.8	-142.4	----	----	----	----
6	S	2.27	-45.0	125.0	3.3	-493.2	-150.6	----	----	----	----
7	S	2.36	-45.0	125.0	1.0	-474.4	-155.6	----	----	----	----
8	S	2.94	-45.0	125.0	-12.7	-455.4	-157.3	5126	79.6	16.6	1.00
9	S	2.17	-45.0	125.0	10.0	-493.2	-150.6	----	----	----	----
10	S	2.58	-45.0	125.0	7.3	-474.4	-155.6	----	----	----	----
11	S	2.26	-45.0	125.0	9.7	-493.2	-150.6	----	----	----	----
12	S	2.73	-45.0	125.0	5.6	-474.4	-155.6	----	----	----	----
13	S	1.83	-45.0	125.0	12.4	-510.8	-142.4	----	----	----	----
14	S	2.05	-45.0	125.0	10.3	-474.4	-155.6	----	----	----	----
15	S	2.12	-45.0	125.0	8.6	-474.4	-155.6	----	----	----	----
16	S	2.58	-45.0	125.0	1.2	-455.4	-157.3	----	----	----	----

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>				PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>73 di 135</b>		

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

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

Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.1	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
2	S	-0.1	0	----	----	----	----	----	----	----	658190.22	769913.64
3	S	0.1	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
4	S	-0.2	0	0.125	26	66-159.502	0.00001 (0.00001)	228	0.002 (0.20)	279887.00	281790.75	
5	S	0.4	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
6	S	0.2	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
7	S	0.0	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
8	S	-0.6	0	0.125	26	64 -22.831	0.00003 (0.00003)	245	0.011 (0.20)	125273.05	63150.64	
9	S	0.6	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
10	S	0.4	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
11	S	0.6	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
12	S	0.3	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
13	S	0.8	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
14	S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
15	S	0.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
16	S	0.0	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.36	-45.0	125.0	19.5	-474.4	-155.6	----	----	----	----

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	1.3	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00

#### VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE X

bw	=	80	cm
h	=	1150	cm
c	=	5.6	cm
d	=	h-c	= 1144.4 cm

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 74 di 135</b>

MATERIALI

fywd	=	391.30	MPa		
Rck	=	40	MPa		
gc	=	1.5			
fck	=	0.83xRck	=	33.2	MPa
fcd	=	0.85xfck/gc	=	18.81	MPa

ARMATURE A TAGLIO

øst	=	16			
braccia	=	4			
øst2	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	20	cm		
(Asw / s)	=	40.212	cm <sup>2</sup> / m		
a	=	90	°	(90° staffe verticali)	

ARMATURE LONGITUDINALI

øl	=	26			
Numero	=	4			
Asl	=	21.237	cm <sup>2</sup>		

TAGLIO AGENTE	VEd =	8471	(KN)
SFORZO NORMALE	Ned =	18307	(KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k	=	1.13			
vmin	=	0.243			
rl	=	0.0002			
scp	=	1.9899	(Mpa)		
VRd	=	3872.85	(KN)	NO	4956.9787(KN)
VRd	=	4956.98	(KN)		
ac	=	1.1058	Ned/Ac=	1.9899	(Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOSTESI 1	Cot q = 2,5	q = 21,8°
Armatura trasversale		

VRsd =	40516.78	(KN)	
VRcd =	29553.80	(KN)	
VRd =	29553.80	(KN)	min(VRsd, VRcd)

IPOSTESI 2	Cot q = 1	q = 45°
Armatura trasversale		

VRsd =	16206.71	(KN)	
VRcd =	42853.02	(KN)	
VRd =	16206.71	(KN)	min(VRsd, VRcd)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>75 di 135</b>

IPOTESI 3      Cot q in cui VRsd=VRcd      :Rottura bilanciata  
cot(q) = 2.07      (calcolato)      cot(q) = 2.07      (limitato)  
q = 25.78 °  
VRsd = 33561.22 (KN)

VRcd = 33561.22 (KN)

VRd = 33561.22 (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VRd = 33561 (KN)

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw = 130 cm  
h = 330 cm  
c = 5.6 cm  
d = h-c = 324.4 cm

MATERIALI

fywd = 391.30 MPa  
Rck = 40 MPa  
gc = 1.5  
fck = 0.83xRck = 33.2 MPa  
fcd = 0.85xfck/gc = 18.81 MPa

ARMATURE A TAGLIO

øst = 16  
braccia = 6  
øst2 = 0  
braccia = 0  
passo = 20 cm  
(Asw / s) = 60.3 cm<sup>2</sup> / m  
a = 90 ° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

øl = 26  
Numero = 7  
Asl = 37.165 cm<sup>2</sup>

TAGLIO AGENTE      VEd = 7822 (KN)

SFORZO NORMALE      Ned = 18307 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.25  
vmin = 0.281  
rl = 0.0009  
scp = 3.7627 (Mpa)

VRd = 3283.71 (KN)      NO      3566.336278 (KN)

VRd = 3566.34 (KN)

ac = 1.2268      Ned/Ac = 4.2674 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>76 di 135</b>

IPOTESI 1      Cot q = 2,5      q = 21,8°  
 Armatura trasversale

VRsd = 17227.77 (KN)

VRcd = 15103.88 (KN)

VRd = 15103.88 (KN)      min(VRsd, VRcd)

IPOTESI 2      Cot q = 1      q = 45°  
 Armatura trasversale

VRsd = 6891.11 (KN)

VRcd = 21900.62 (KN)

VRd = 6891.11 (KN)      min(VRsd, VRcd)

IPOTESI 3      Cot q in cui VRsd=VRcd      :Rottura bilanciata  
 cot(q) = 2.31      (calcolato)      cot(q) = 2.31      (limitato)

q = 23.37 °  
 VRsd = 15948.41 (KN)

VRcd = 15948.41 (KN)

VRd = 15948.41 (KN)

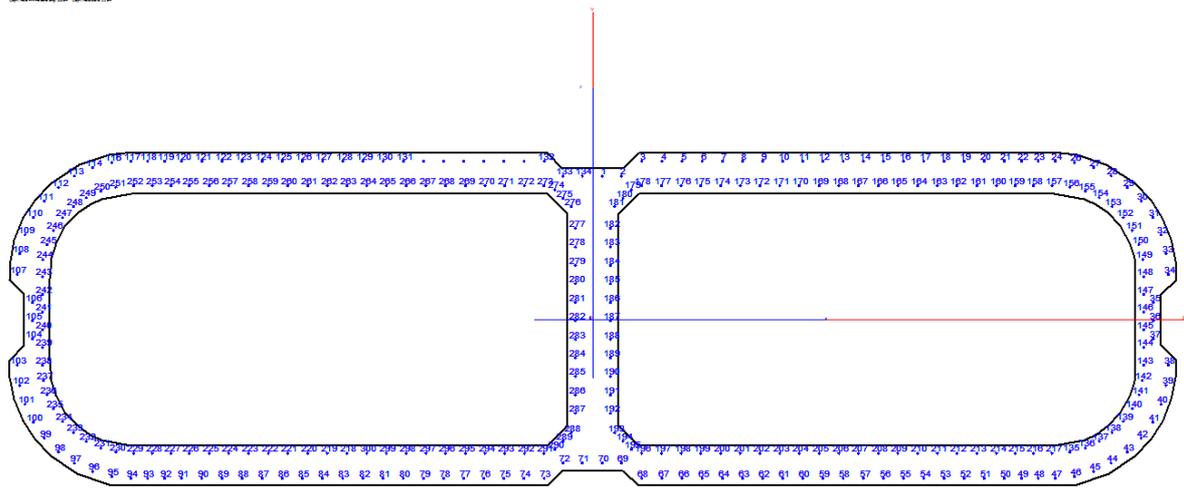
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VRd = 15948 (KN)

### PILA B.3 – Armatura tipo 2

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    VI.01.B5.001    A    77 di 135</b>	

NUMERICO 100 - REG. PROGETTO  
 Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica



**CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO**

**DOMINIO N° 1**

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	477.1	163.0
2	506.1	153.6
3	534.2	135.2
4	549.6	118.9
5	561.0	101.2
6	569.9	79.6
7	574.3	58.1
8	575.0	39.6
9	560.0	24.6
10	560.0	-25.4
11	575.0	-40.4
12	574.4	-57.5
13	570.2	-79.0
14	561.5	-100.8
15	550.1	-118.6
16	534.7	-135.1
17	508.7	-152.7
18	477.2	-163.3
19	461.2	-165.0
20	45.0	-165.0
21	30.0	-150.0
22	-30.0	-150.0
23	-45.0	-165.0
24	-461.2	-165.0
25	-477.2	-163.3
26	-508.6	-152.8
27	-534.6	-135.2

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 78 di 135</b>

28	-549.9	-118.8
29	-561.3	-101.0
30	-570.1	-79.3
31	-574.4	-57.8
32	-575.0	-40.4
33	-560.0	-25.4
34	-560.0	24.6
35	-575.0	39.6
36	-574.3	57.8
37	-570.0	79.3
38	-561.2	100.9
39	-549.7	118.7
40	-534.4	135.0
41	-506.2	153.5
42	-477.1	163.0
43	-461.2	164.9
44	-45.0	165.0
45	-30.0	150.0
46	30.0	150.0
47	45.0	165.0
48	461.2	164.9

**DOMINIO N° 2**

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	533.6	-61.1
2	529.2	-75.4
3	519.6	-92.8
4	507.5	-105.7
5	495.7	-114.0
6	484.2	-119.7
7	455.0	-125.0
8	45.0	-125.0
9	25.0	-105.0
10	25.0	105.0
11	45.0	125.0
12	455.0	125.0
13	484.2	119.7
14	495.7	114.1
15	507.5	105.8
16	519.6	92.9
17	529.2	75.5
18	533.6	61.2
19	535.0	40.0
20	535.0	-40.0

**DOMINIO N° 3**

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
------------	--------	--------

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 79 di 135</b>

1	-535.0	40.0
2	-533.6	61.2
3	-529.2	75.5
4	-519.6	92.9
5	-507.5	105.8
6	-495.7	114.1
7	-484.2	119.7
8	-455.0	125.0
9	-45.0	125.0
10	-25.0	105.0
11	-25.0	-105.0
12	-45.0	-125.0
13	-455.0	-125.0
14	-484.2	-119.7
15	-495.7	-114.0
16	-507.5	-105.7
17	-519.6	-92.8
18	-529.2	-75.4
19	-533.6	-61.1
20	-535.0	-40.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	8.9	142.3	20
2	28.2	142.3	20
3	48.1	157.3	20
4	68.0	157.3	20
5	87.8	157.3	20
6	107.7	157.3	20
7	127.5	157.3	20
8	147.4	157.3	20
9	167.2	157.3	20
10	187.1	157.3	20
11	206.9	157.3	20
12	226.8	157.3	20
13	246.6	157.3	20
14	266.5	157.3	20
15	286.3	157.3	20
16	306.2	157.3	20
17	326.0	157.3	20
18	345.9	157.3	20
19	365.8	157.3	20
20	385.6	157.3	20
21	405.5	157.3	20
22	422.2	157.3	20
23	438.9	157.3	20
24	455.5	157.3	20
25	474.4	155.6	20
26	474.4	155.6	20
27	493.2	150.6	20
28	510.8	142.4	20
29	526.7	131.3	20
30	540.5	117.5	20

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>80 di 135</b>

31	551.6	101.6	20
32	559.8	84.0	20
33	564.8	65.2	20
34	567.4	45.0	20
35	552.3	16.7	20
36	552.3	-1.3	20
37	552.3	-19.2	20
38	567.4	-45.0	20
39	564.8	-65.2	20
40	559.8	-84.0	20
41	551.6	-101.6	20
42	540.5	-117.5	20
43	526.7	-131.3	20
44	510.8	-142.4	20
45	493.2	-150.6	20
46	474.4	-155.6	20
47	455.4	-157.3	20
48	438.9	-157.3	20
49	422.2	-157.3	20
50	405.5	-157.3	20
51	385.6	-157.3	20
52	365.8	-157.3	20
53	345.9	-157.3	20
54	326.0	-157.3	20
55	306.2	-157.3	20
56	286.3	-157.3	20
57	266.5	-157.3	20
58	246.6	-157.3	20
59	226.8	-157.3	20
60	206.9	-157.3	20
61	187.1	-157.3	20
62	167.2	-157.3	20
63	147.4	-157.3	20
64	127.5	-157.3	20
65	107.7	-157.3	20
66	87.8	-157.3	20
67	68.0	-157.3	20
68	48.1	-157.3	20
69	28.2	-142.3	20
70	8.9	-142.3	20
71	-10.4	-142.4	20
72	-29.6	-142.4	20
73	-48.0	-157.4	20
74	-67.9	-157.4	20
75	-87.8	-157.4	20
76	-107.6	-157.4	20
77	-127.5	-157.4	20
78	-147.3	-157.4	20
79	-167.2	-157.4	20
80	-187.0	-157.4	20
81	-206.9	-157.4	20
82	-226.7	-157.4	20
83	-246.6	-157.4	20
84	-266.4	-157.4	20
85	-286.3	-157.4	20

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 81 di 135</b>

86	-306.1	-157.4	20
87	-326.0	-157.4	20
88	-345.8	-157.4	20
89	-365.7	-157.4	20
90	-385.5	-157.4	20
91	-405.4	-157.4	20
92	-422.2	-157.3	20
93	-438.9	-157.3	20
94	-455.4	-157.3	20
95	-474.4	-155.6	20
96	-493.2	-150.6	20
97	-510.8	-142.4	20
98	-526.7	-131.3	20
99	-540.5	-117.5	20
100	-551.6	-101.6	20
101	-559.8	-84.0	20
102	-564.8	-65.2	20
103	-567.4	-45.0	20
104	-552.3	-19.2	20
105	-552.3	-1.3	20
106	-552.3	16.7	20
107	-567.4	45.0	20
108	-564.8	65.2	20
109	-559.8	84.0	20
110	-551.6	101.6	20
111	-540.5	117.5	20
112	-526.7	131.3	20
113	-510.8	142.4	20
114	-493.2	150.6	20
115	-474.4	155.6	20
116	-474.4	155.6	20
117	-455.5	157.3	20
118	-438.9	157.3	20
119	-422.2	157.3	20
120	-405.5	157.3	20
121	-385.5	157.3	20
122	-365.6	157.3	20
123	-345.8	157.3	20
124	-325.9	157.3	20
125	-306.0	157.3	20
126	-286.2	157.3	20
127	-266.3	157.3	20
128	-246.5	157.3	20
129	-226.6	157.3	20
130	-206.8	157.3	20
131	-186.9	157.3	20
132	-48.0	157.3	20
133	-29.5	142.3	20
134	-10.3	142.3	20
135	470.2	-131.4	20
136	485.1	-127.4	20
137	499.1	-120.8	20
138	511.7	-112.0	20
139	522.7	-101.1	20
140	531.5	-88.4	20

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 82 di 135</b>

141	538.0	-74.4	20
142	541.3	-60.2	20
143	542.7	-45.0	20
144	542.7	-27.5	20
145	542.7	-10.0	20
146	542.7	7.5	20
147	542.7	25.0	20
148	542.7	42.5	20
149	542.0	59.5	20
150	538.0	74.4	20
151	531.5	88.4	20
152	522.7	101.1	20
153	511.7	112.0	20
154	499.1	120.8	20
155	485.1	127.4	20
156	470.2	131.4	20
157	452.5	132.7	20
158	434.2	132.7	20
159	416.0	132.7	20
160	397.7	132.7	20
161	378.3	132.7	20
162	358.9	132.7	20
163	339.4	132.7	20
164	320.0	132.7	20
165	300.6	132.7	20
166	281.2	132.7	20
167	261.7	132.7	20
168	242.3	132.7	20
169	222.9	132.7	20
170	203.5	132.7	20
171	184.1	132.7	20
172	164.6	132.7	20
173	145.2	132.7	20
174	125.8	132.7	20
175	106.4	132.7	20
176	87.0	132.7	20
177	67.5	132.7	20
178	48.1	132.7	20
179	37.8	128.7	20
180	29.6	120.4	20
181	21.3	112.2	20
182	17.3	90.5	20
183	17.3	72.1	20
184	17.3	53.8	20
185	17.3	35.4	20
186	17.3	17.1	20
187	17.3	-1.3	20
188	17.3	-19.6	20
189	17.3	-37.9	20
190	17.3	-56.3	20
191	17.3	-74.6	20
192	17.3	-93.0	20
193	21.3	-112.2	20
194	29.6	-120.4	20
195	37.8	-128.7	20

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>83 di 135</b>

196	48.1	-132.7	20
197	67.5	-132.7	20
198	87.0	-132.7	20
199	106.4	-132.7	20
200	125.8	-132.7	20
201	145.2	-132.7	20
202	164.6	-132.7	20
203	184.1	-132.7	20
204	203.5	-132.7	20
205	222.9	-132.7	20
206	242.3	-132.7	20
207	261.7	-132.7	20
208	281.2	-132.7	20
209	300.6	-132.7	20
210	320.0	-132.7	20
211	339.4	-132.7	20
212	358.9	-132.7	20
213	378.3	-132.7	20
214	397.7	-132.7	20
215	416.0	-132.7	20
216	434.2	-132.7	20
217	452.5	-132.7	20
218	-242.3	-132.7	20
219	-261.7	-132.7	20
220	-281.2	-132.7	20
221	-300.6	-132.7	20
222	-320.0	-132.7	20
223	-339.4	-132.7	20
224	-358.9	-132.7	20
225	-378.3	-132.7	20
226	-397.7	-132.7	20
227	-416.0	-132.7	20
228	-434.2	-132.7	20
229	-452.5	-132.7	20
230	-470.2	-131.4	20
231	-485.1	-127.4	20
232	-499.1	-120.8	20
233	-511.7	-112.0	20
234	-522.7	-101.1	20
235	-531.5	-88.4	20
236	-538.0	-74.4	20
237	-541.3	-60.2	20
238	-542.7	-45.0	20
239	-542.7	-27.5	20
240	-542.7	-10.0	20
241	-542.7	7.5	20
242	-542.7	25.0	20
243	-542.7	42.5	20
244	-542.0	59.5	20
245	-538.0	74.4	20
246	-531.5	88.4	20
247	-522.7	101.1	20
248	-511.7	112.0	20
249	-499.1	120.8	20
250	-485.1	127.4	20

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 84 di 135</b>

251	-470.2	131.4	20
252	-452.5	132.7	20
253	-434.2	132.7	20
254	-416.0	132.7	20
255	-397.7	132.7	20
256	-378.3	132.7	20
257	-358.9	132.7	20
258	-339.4	132.7	20
259	-320.0	132.7	20
260	-300.6	132.7	20
261	-281.2	132.7	20
262	-261.7	132.7	20
263	-242.3	132.7	20
264	-222.9	132.7	20
265	-203.5	132.7	20
266	-184.1	132.7	20
267	-164.6	132.7	20
268	-145.2	132.7	20
269	-125.8	132.7	20
270	-106.4	132.7	20
271	-87.0	132.7	20
272	-67.5	132.7	20
273	-48.1	132.7	20
274	-37.8	128.7	20
275	-29.6	120.4	20
276	-21.3	112.2	20
277	-17.3	90.5	20
278	-17.3	72.1	20
279	-17.3	53.8	20
280	-17.3	35.4	20
281	-17.3	17.1	20
282	-17.3	-1.3	20
283	-17.3	-19.6	20
284	-17.3	-37.9	20
285	-17.3	-56.3	20
286	-17.3	-74.6	20
287	-17.3	-93.0	20
288	-21.3	-112.2	20
289	-29.6	-120.4	20
290	-37.8	-128.7	20
291	-48.1	-132.7	20
292	-67.5	-132.7	20
293	-87.0	-132.7	20
294	-106.4	-132.7	20
295	-125.8	-132.7	20
296	-145.2	-132.7	20
297	-164.6	-132.7	20
298	-184.1	-132.7	20
299	-203.5	-132.7	20
300	-222.9	-132.7	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen.

Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>85 di 135</b>

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	131	132	6	20

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	35688.26	7728.10	34066.03	0.00	0.00
2	35809.56	14094.83	22118.99	0.00	0.00
3	36367.30	8307.73	33444.15	0.00	0.00
4	36501.13	15298.48	22146.75	0.00	0.00
5	30841.62	4965.16	31409.39	0.00	0.00
6	30761.58	8280.36	26481.61	0.00	0.00
7	28704.63	12863.87	16052.85	0.00	0.00
8	28498.29	20366.56	12262.90	0.00	0.00
9	28716.44	7463.58	33854.83	0.00	0.00
10	28837.73	13830.31	21907.79	0.00	0.00
11	29395.47	8043.21	33232.95	0.00	0.00
12	29529.31	15033.96	21935.55	0.00	0.00
13	23869.80	4700.64	31198.19	0.00	0.00
14	23789.76	8015.84	26270.41	0.00	0.00
15	21732.80	13128.39	15841.65	0.00	0.00
16	21526.47	20631.07	12051.69	0.00	0.00
17	16852.05	36676.92	14784.21	0.00	0.00
18	16589.51	10710.01	49280.70	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	25035.42	5283.22 (0.00)	23314.33 (0.00)
2	25119.07	9674.06 (0.00)	15074.99 (0.00)
3	25503.72	5682.96 (0.00)	22885.44 (0.00)
4	25596.02	10504.17 (0.00)	15094.13 (0.00)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
				<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>86 di 135</b>		

5	21692.91	3377.74 (0.00)	21482.16 (0.00)
6	21637.71	5664.09 (0.00)	18083.69 (0.00)
7	20219.12	8899.28 (0.00)	10891.44 (0.00)
8	20076.82	14073.55 (0.00)	8277.68 (0.00)
9	23422.80	4120.15 (0.00)	14909.70 (0.00)
10	23489.72	7632.83 (0.00)	8318.23 (0.00)
11	23797.44	4439.94 (0.00)	14566.60 (0.00)
12	23871.28	8296.91 (0.00)	8333.55 (0.00)
13	20748.79	2595.77 (0.00)	13443.97 (0.00)
14	20704.63	4424.84 (0.00)	10725.19 (0.00)
15	19569.76	6788.44 (0.00)	4971.40 (0.00)
16	19455.92	10927.85 (0.00)	2880.39 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	16852.05	465.68 (0.00)	422.41 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	35688.26	46761.56	213340.52	35688.40	61197.72	277094.70	8.127	-----
2	S	35809.56	81620.41	97154.22	35809.76	101304.01	159820.75	7.225	-----
3	S	36367.30	51860.00	206679.40	36367.45	67093.41	268372.73	8.031	-----
4	S	36501.13	84004.61	87207.44	36500.90	103453.28	149417.83	6.762	-----
5	S	30841.62	32786.97	215986.04	30841.68	44168.54	288272.80	9.174	-----
6	S	30761.58	55434.70	176774.35	30761.68	73883.25	238625.05	9.009	-----
7	S	28704.63	77660.79	59747.19	28704.63	95186.82	119159.25	7.427	-----
8	S	28498.29	81500.92	26007.53	28498.16	96966.44	58852.29	4.780	-----
9	S	28716.44	42558.97	194521.93	28716.66	58423.03	262273.61	7.753	-----

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>87 di 135</b>

10	S	28837.73	74767.58	82051.69	28837.89	93433.27	147741.71	6.755	-----
11	S	29395.47	45652.87	191808.15	29395.25	62142.12	257962.74	7.763	-----
12	S	29529.31	76754.78	74502.35	29529.05	95094.29	138677.93	6.331	-----
13	S	23869.80	27973.02	195816.25	23869.81	39740.48	272466.00	8.729	-----
14	S	23789.76	49003.87	161078.26	23789.49	68783.01	226339.62	8.617	-----
15	S	21732.80	69805.35	48634.98	21732.72	86115.07	104161.16	6.577	-----
16	S	21526.47	72722.87	21749.86	21526.46	87283.50	51470.82	4.247	-----
17	S	16852.05	67380.62	13459.00	16852.23	80932.74	32883.35	2.210	-----
18	S	16589.51	33250.37	159781.06	16589.54	49849.31	234437.41	4.753	-----

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00086	506.1	153.6	0.00341	510.8	142.4	-0.00658	-510.8	-142.4
2	0.00350	-0.00223	477.1	163.0	0.00328	474.4	155.6	-0.00963	-474.4	-155.6
3	0.00350	-0.00078	506.1	153.6	0.00340	510.8	142.4	-0.00637	-510.8	-142.4
4	0.00343	-0.00243	477.1	163.0	0.00319	474.4	155.6	-0.01000	-474.4	-155.6
5	0.00350	-0.00133	534.2	135.2	0.00340	526.7	131.3	-0.00768	-526.7	-131.3
6	0.00350	-0.00109	506.1	153.6	0.00338	493.2	150.6	-0.00709	-493.2	-150.6
7	0.00268	-0.00287	461.2	164.9	0.00242	455.5	157.3	-0.01000	-455.4	-157.3
8	0.00204	-0.00323	461.2	164.9	0.00178	455.5	157.3	-0.01000	-455.4	-157.3
9	0.00350	-0.00130	506.1	153.6	0.00340	510.8	142.4	-0.00760	-510.8	-142.4
10	0.00308	-0.00263	461.2	164.9	0.00285	474.4	155.6	-0.01000	-474.4	-155.6
11	0.00350	-0.00122	506.1	153.6	0.00340	510.8	142.4	-0.00741	-510.8	-142.4
12	0.00297	-0.00270	461.2	164.9	0.00273	474.4	155.6	-0.01000	-474.4	-155.6
13	0.00350	-0.00194	534.2	135.2	0.00339	540.5	117.5	-0.00908	-540.5	-117.5
14	0.00350	-0.00160	506.1	153.6	0.00336	493.2	150.6	-0.00826	-493.2	-150.6
15	0.00232	-0.00307	461.2	164.9	0.00206	455.5	157.3	-0.01000	-455.4	-157.3
16	0.00183	-0.00336	461.2	164.9	0.00157	455.5	157.3	-0.01000	-455.4	-157.3
17	0.00159	-0.00349	461.2	164.9	0.00133	455.5	157.3	-0.01000	-455.4	-157.3
18	0.00347	-0.00235	534.2	135.2	0.00335	526.7	131.3	-0.01000	-526.7	-131.3

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

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000006793	0.000010726	-0.001585514	----	----
2	0.000004031	0.000029183	-0.003179109	----	----
3	0.000006361	0.000011505	-0.001486180	----	----
4	0.000003729	0.000031016	-0.003403747	----	----

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>88 di 135</b>

5	0.000008292	0.000008926	-0.002136213	----	----
6	0.000006204	0.000014422	-0.001855074	----	----
7	0.000002581	0.000032009	-0.003789584	----	----
8	0.000001125	0.000034179	-0.004111257	----	----
9	0.000007511	0.000011711	-0.002099718	----	----
10	0.000003560	0.000030429	-0.003575416	----	----
11	0.000007171	0.000012233	-0.002008127	----	----
12	0.000003219	0.000031070	-0.003637465	----	----
13	0.000009508	0.000009333	-0.002840652	----	----
14	0.000006942	0.000015859	-0.002449224	----	----
15	0.000002155	0.000032099	-0.003969342	----	----
16	0.000000966	0.000033968	-0.004216834	----	----
17	0.000000611	0.000034233	-0.004336923	----	----
18	0.000009351	0.000013339	-0.003324101	----	----

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.19	-45.0	125.0	12.2	-510.8	-142.4	----	----	----	----
2	S	2.48	-45.0	125.0	11.7	-474.4	-155.6	----	----	----	----
3	S	2.25	-45.0	125.0	12.6	-510.8	-142.4	----	----	----	----
4	S	2.56	-45.0	125.0	11.3	-474.4	-155.6	----	----	----	----
5	S	1.82	-45.0	125.0	11.0	-526.7	-131.3	----	----	----	----
6	S	1.96	-45.0	125.0	10.5	-493.2	-150.6	----	----	----	----
7	S	2.06	-45.0	125.0	8.8	-474.4	-155.6	----	----	----	----
8	S	2.36	-45.0	125.0	4.1	-455.4	-157.3	----	----	----	----
9	S	2.02	-45.0	125.0	15.7	-510.8	-142.4	----	----	----	----
10	S	2.25	-45.0	125.0	15.2	-474.4	-155.6	----	----	----	----
11	S	2.07	-45.0	125.0	16.0	-493.2	-150.6	----	----	----	----
12	S	2.32	-45.0	125.0	14.9	-474.4	-155.6	----	----	----	----
13	S	1.73	-45.0	125.0	14.8	-526.7	-131.3	----	----	----	----
14	S	1.84	-45.0	125.0	14.3	-493.2	-150.6	----	----	----	----
15	S	1.91	-45.0	125.0	13.1	-474.4	-155.6	----	----	----	----
16	S	2.15	-45.0	125.0	9.3	-455.4	-157.3	----	----	----	----

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>												
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>			PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>89 di 135</b>				

$\Psi = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Mfess}/\text{M})^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 \cdot \text{Ss}/\text{Es}$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 \cdot e \cdot \text{sm} \cdot \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.8	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
2	S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
3	S	0.8	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
4	S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
5	S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
6	S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
7	S	0.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
8	S	0.2	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
9	S	1.0	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
10	S	1.0	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
11	S	1.0	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
12	S	1.0	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
13	S	1.0	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
14	S	0.9	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
15	S	0.8	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
16	S	0.6	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.34	-45.0	125.0	19.0	-474.4	-155.6	----	----	----	----

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	1.3	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00

#### VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE X

bw	=	80	cm
h	=	1150	cm
c	=	5.5	cm
d	=	h-c	= 1144.5 cm

#### MATERIALI

fywd	=	391.30	MPa
Rck	=	40	MPa
gc	=	1.5	
fck	=	0.83xRck	= 33.2 MPa
fcd	=	0.85xfck/gc	= 18.81 MPa

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>90 di 135</b>

ARMATURE A TAGLIO

øst	=	14	
braccia	=	4	
øst2	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	20	cm
(Asw / s)	=	30.788	cm2 / m
a	=	90	° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

øl	=	20	
Numero	=	4	
Asl	=	12.566	cm2

TAGLIO AGENTE	VEd =	6287	(KN)
SFORZO NORMALE	Ned =	16590	(KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k	=	1.13	
vmin	=	0.243	
rl	=	0.0001	
scp	=	1.8032	(Mpa)
VRd	=	3433.77 (KN)	NO 4700.979557 (KN)
VRd	=	4700.98 (KN)	
ac	=	1.0958	Ned/Ac= 1.8032 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOPESI 1      Cot q = 2,5      q = 21,8°  
 Armatura trasversale

VRsd =	31023.37 (KN)	
VRcd =	29291.13 (KN)	
VRd =	29291.13 (KN)	min(VRsd, VRcd)

IPOPESI 2      Cot q = 1      q = 45°  
 Armatura trasversale

VRsd =	12409.35 (KN)	
VRcd =	42472.14 (KN)	
VRd =	12409.35 (KN)	min(VRsd, VRcd)

IPOPESI 3      Cot q in cui VRsd=VRcd      :Rottura bilanciata  
 cot(q) = 2.42 (calcolato)      cot(q) = 2.42 (limitato)  
 q = 22.47 °

VRsd =	30001.85 (KN)	
VRcd =	30001.85 (KN)	
VRd =	30001.85 (KN)	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>91 di 135</b>				

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE  
VRd = 30002 (KN)

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw = 130 cm  
h = 330 cm  
c = 5.5 cm  
d = h-c = 324.5 cm

MATERIALI

fywd = 391.30 MPa  
Rck = 40 MPa  
gc = 1.5  
fck = 0.83xRck = 33.2 MPa  
fcd = 0.85xfck/gc = 18.81 MPa

ARMATURE A TAGLIO

øst = 14  
braccia = 6  
øst2 = 0  
braccia = 0  
passo = 20 cm  
(Asw / s) = 46.2 cm<sup>2</sup> / m  
a = 90 ° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

øl = 20  
Numero = 7  
Asl = 21.991 cm<sup>2</sup>

TAGLIO AGENTE VEd = 6230 (KN)  
SFORZO NORMALE Ned = 16590 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.25  
vmin = 0.281  
rl = 0.0005  
scp = 3.7627 (Mpa)  
VRd = 3139.59 (KN) NO 3567.381091 (KN)  
VRd = 3567.38 (KN)  
ac = 1.2055 Ned/Ac= 3.8670 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOTESI 1 Cot q = 2,5 q = 21,8°  
Armatura trasversale

VRsd = 13194.08 (KN)

VRcd = 14846.44 (KN)

VRd = 13194.08 (KN)

min(VRsd, VRcd)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 92 di 135</b>

IPOTESI 2      Cot  $q = 1$     $q = 45^\circ$   
 Armatura trasversale

VRsd = 5277.63 (KN)

VRcd = 21527.34 (KN)

VRd = 5277.63 (KN)      min(VRsd, VRcd)

IPOTESI 3      Cot  $q$  in cui VRsd=VRcd      :Rottura bilanciata  
 cot( $q$ ) = 2.68      (calcolato)      cot( $q$ ) = 2.50      (limitato)

q = 20.49 °

VRsd = 14119.96 (KN)

VRcd = 14119.96 (KN)

VRd = 14119.96 (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VRd = 13195 (KN)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>93 di 135</b>

## **11 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEL SISTEMA DI FONDAZIONE**

Nei paragrafi successivi si forniscono le sollecitazioni e le verifiche strutturali relative al sistema di fondazione. In particolare, le verifiche strutturali esibite riguardano il plinto di fondazione e la palificata relativi alla pila di altezza massima, fra quelle in esame aventi medesima tipologia di armatura.

I dati identificativi del sistema di fondazione sono sintetizzati nei prospetti di seguito:

<b>PROPRIETA' MECCANICHE E GEOMETRICHE PLINTO DI FONDAZIONE</b>			
Sigla plinto	<b>F1</b>	-	Tipologia plinto per geometria
$\gamma$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume
$f_{ck}$	28	MPa	Resistenza cilindrica caratteristica del calcestruzzo
$B_T$	16.5	m	Dimensione plinto in pianta in direz. trasversale rispetto all'asse del viadotto
$B_L$	12.0	m	Dimensione plinto in pianta in direz. longitudinale rispetto all'asse del viadotto
$s$	2.0	m	Spessore del plinto
$P_{plinto}$	9900	kN	Peso del plinto
$m_{plinto}$	1009	kN/m/s <sup>2</sup>	Massa del plinto
$s_{terr}$	1.2	m	Spessore medio ricoprimento

<b>PROPRIETA' MECCANICHE E GEOMETRICHE PALI DI FONDAZIONE</b>			
$\gamma$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume
$f_{ck}$	25	MPa	Resistenza cilindrica caratteristica del calcestruzzo
$n_L$	4	-	Numero file in direzione longitudinale
$n_T$	3	-	Numero file in direzione trasversale
$n$	12	-	Numero pali
$\phi$	1500	mm	Diametro pali

Le coordinate dei pali, rispetto al baricentro del plinto di fondazione, sono riportate di seguito; il sistema di riferimento adottato fa riferimento alle seguenti direzioni:

x: Direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

y: Direzione parallela all'asse del viadotto

L'origine del sistema di riferimento coincide con il baricentro del plinto di fondazione.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		<b>PROGETTO</b> <b>IF1M</b>	<b>LOTTO</b> <b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>VI.01.B5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>94 di 135</b>

**Coordinate pali**

x(m)	y(m)
7	-4.5
2.25	-4.5
-2.25	-4.5
-6.75	-4.5
6.75	0
2.25	0
-2.25	0
-6.75	0
6.75	4.5
2.25	4.5
-2.25	4.5
-6.75	4.5

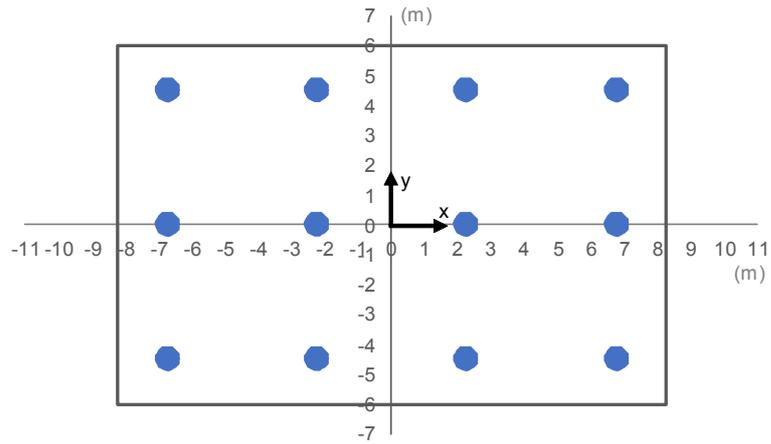


Figura 13: Disposizione dei pali di fondazione

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	95 di 135

## 11.1 SOLLECITAZIONI AGENTI

Per le combinazioni di carico statiche, le sollecitazioni ad intradosso plinto sono state ottenute a partire da quelle indotte a base pila, tenendo conto del peso del plinto di fondazione, del carico permanente dovuto al peso del ricoprimento sul plinto, valutato considerandone uno spessore medio, e dell'eccentricità tra la sezione di spiccato e quella di intradosso del plinto (spessore della fondazione).

In condizione sismica, invece, secondo quanto prescritto nel par.7.2.5 del DM 14.1.2008, per le strutture progettate in CD "B" il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti.

Più precisamente, la forza assiale negli elementi strutturali verticali derivante dalla combinazione delle azioni deve essere associata al concomitante valore resistente del momento flettente del taglio; si richiede tuttavia che tali azioni risultino non maggiori di quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD "B", e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura  $q$  pari a 1.

Ciò significa che le azioni di taglio e momento di verifica della fondazione devono essere pari ai valori minimi risultanti da questi tre casi sopraelencati, per i quali si riporta un riepilogo nei prospetti di seguito.

### PILA B.3 – Armatura tipo 1

SOLLECITAZIONI SISMICHE BASE PILA PER $q=1$					
Combinazioni di carico	N	Ht	HI	Mt	MI
SLV-EL+0.3ET	-18570	3029	11658	35230	135581
SLV-0.3EL+ET	-18307	10098	3497	117435	40674

SOLLECITAZIONI SISMICHE CON COEFF. DI SOVRARESISTENZA $\gamma_{Rd} = 1.1$					
Combinazioni di carico	N	Ht	HI	Mt	MI
SLV-EL+0.3ET	-18570	2809	8604	37087	101827
SLV-0.3EL+ET	-18307	9318	2581	123623	30226

SOLLECITAZIONI RESISTENTI $S_{Rd}$					
Combinazioni di carico	N	Ht	HI	Mt	MI
SLV-EL+0.3ET	-18570	33561	15948	371963	121124
SLV-0.3EL+ET	-18307	33561	15948	371963	121124

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A 96 di 135

Nel caso in esame, dunque, considerando il minimo dei valori individuati nei prospetti sopra riportati, risulta:

SOLLECITAZIONI SISMICHE BASE PILA DI PROGETTO PER CALCOLO PLINTO					
Combinazioni di carico	N	Ht	HI	Mt	MI
SLV-EL+0.3ET	-18570	2809	8604	35230	101827
SLV-0.3EL+ET	-18307	9318	2581	117435	30226

Alle sollecitazioni sismiche base pila, di progetto per il calcolo del plinto, va sommata la forza di inerzia relativa alla parte inferiore della pila (semialtezza inferiore del fusto e plinto), calcolata con riferimento allo spettro di risposta elastico.

Di seguito sono sintetizzate le sollecitazioni ad intradosso plinto ricavate per ciascuna delle combinazioni di carico considerate.

#### PILA B.3 – Armatura tipo 2

SOLLECITAZIONI SISMICHE BASE PILA PER $q=1$					
Combinazioni di carico	N	Ht	HI	Mt	MI
SLV-EL+0.3ET	-16852	2039	7314	11480	41177
SLV-0.3EL+ET	-16590	6797	2194	38266	12353

SOLLECITAZIONI SISMICHE CON COEFF. DI SOVRARESISTENZA $\gamma_{Rd} = 1.1$					
Combinazioni di carico	N	Ht	HI	Mt	MI
SLV-EL+0.3ET	-16852	2088	6853	16263	40345
SLV-0.3EL+ET	-16590	6915	2056	54209	11781

SOLLECITAZIONI RESISTENTI $S_{Rd}$					
Combinazioni di carico	N	Ht	HI	Mt	MI
SLV-EL+0.3ET	-16852	30002	13195	263689	81244
SLV-0.3EL+ET	-16590	30002	13195	263689	81244

Nel caso in esame, dunque, considerando il minimo dei valori individuati nei prospetti sopra riportati, risulta:

SOLLECITAZIONI SISMICHE BASE PILA DI PROGETTO PER CALCOLO PLINTO					
Combinazioni di carico	N	Ht	HI	Mt	MI
SLV-EL+0.3ET	-16852	2039	6853	11480	40345
SLV-0.3EL+ET	-16590	6797	2056	38266	11781

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<p align="center"><b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b></p> <p align="center"><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b></p>												
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.01.B5.001</td> <td>A</td> <td>97 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	97 di 135
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	97 di 135								

Alle sollecitazioni sismiche base pila, di progetto per il calcolo del plinto, va sommata la forza di inerzia relativa alla parte inferiore della pila (semialtezza inferiore del fusto e plinto), calcolata con riferimento allo spettro di risposta elastico.

Di seguito sono sintetizzate le sollecitazioni ad intradosso plinto ricavate per ciascuna delle combinazioni di carico considerate.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>98 di 135</b>

Combinazioni di carico	SOLLECITAZIONI INTRADOSSO PLINTO				
	<b>N</b>	<b>Ht</b>	<b>HI</b>	<b>Mt</b>	<b>MI</b>
-	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU-Gr.1(N)	-57416	2882	1358	56991	18123
SLU-Gr.3(N)	-57538	1865	2414	36903	32943
SLU-Gr.1(P)	-58095	2692	1593	54844	20588
SLU-Gr.3(P)	-58229	1776	2886	36222	37917
SLU-Gr.1-1SW/2	-52570	1658	935	44540	11982
SLU-Gr.3-1SW/2	-52490	1254	1570	36380	20372
SLU-Gr.1-MaxML(P)	-50433	1532	1593	28173	25144
SLU-Gr.3-MaxML(P)	-50226	1174	2886	21524	42985
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-44811	2882	1358	56780	17859
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-44933	1865	2414	36692	32679
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-45490	2692	1593	54633	20323
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-45624	1776	2886	36010	37653
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	-39965	1658	935	44329	11717
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	-39885	1254	1570	36169	20108
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	-37828	1532	1593	27962	25409
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	-37621	1174	2886	21313	43250
SLV-EL+0.3ET	-32947	3834	12023	41874	122453
SLV-0.3EL+ET	-32684	12737	3607	139490	36414
SLE-C-Gr.1(N)	-41130	1969	929	38979	12408
SLE-C-Gr.3(N)	-41214	1267	1658	25125	22629
SLE-C-Gr.1(P)	-41599	1838	1092	37498	14107
SLE-C-Gr.3(P)	-41691	1206	1983	24655	26059
SLE-C-Gr.1-1SW/2	-37788	1125	638	30392	8172
SLE-C-Gr.3-1SW/2	-37733	846	1076	24764	13959
SLE-C-Gr.1-MaxML (P)	-36314	1038	1092	19104	17324
SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	-36172	791	1983	14519	29628
SLE-F-Gr.1(N)	-39518	1144	583	24059	8784
SLE-F-Gr.3(N)	-39585	582	1166	12976	16961
SLE-F-Gr.1(P)	-39892	1038	713	22874	10144
SLE-F-Gr.3(P)	-39966	533	1426	12600	19705
SLE-F-Gr.1-1SW/2	-36844	468	350	17189	5396
SLE-F-Gr.3-1SW/2	-36799	245	700	12687	10025
SLE-F-Gr.1-MaxML (P)	-35665	398	713	8159	12492
SLE-F-Gr.3-MaxML (P)	-35551	201	1426	4491	22336
SLE-QP	-32947	0	0	422	466

Tabella 11: Sollecitazioni a quota intradosso plinto – P36

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	99 di 135

Combinazioni di carico	SOLLECITAZIONI INTRADOSSO PLINTO				
	N	Ht	HI	Mt	MI
-	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU-Gr.1(N)	-55097	2838	1202	39742	10133
SLU-Gr.3(N)	-55219	1820	2259	25759	18613
SLU-Gr.1(P)	-55776	2647	1438	38739	11184
SLU-Gr.3(P)	-55910	1732	2730	25610	20759
SLU-Gr.1-1SW/2	-50251	1613	780	34636	6525
SLU-Gr.3-1SW/2	-50171	1209	1414	28901	11109
SLU-Gr.1-MaxML(P)	-48114	1487	1438	19027	15740
SLU-Gr.3-MaxML(P)	-47907	1130	2730	14522	25827
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-43094	2838	1202	39530	9868
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-43215	1820	2259	25548	18348
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-43773	2647	1438	38527	10919
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-43906	1732	2730	25399	20495
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	-38247	1613	780	34425	6261
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	-38167	1209	1414	28689	10845
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	-36110	1487	1438	18816	16004
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	-35904	1130	2730	14311	26092
SLV-EL+0.3ET	-31229	2987	10014	16506	57212
SLV-0.3EL+ET	-30967	9958	3004	55021	16841
SLE-C-Gr.1(N)	-39413	1940	826	27193	6935
SLE-C-Gr.3(N)	-39496	1238	1555	17550	12783
SLE-C-Gr.1(P)	-39881	1808	988	26502	7660
SLE-C-Gr.3(P)	-39973	1177	1880	17447	14263
SLE-C-Gr.1-1SW/2	-36070	1095	535	23672	4447
SLE-C-Gr.3-1SW/2	-36015	817	972	19717	7608
SLE-C-Gr.1-MaxML (P)	-34596	1008	988	12908	10876
SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	-34454	762	1880	9801	17833
SLE-F-Gr.1(N)	-37800	1144	583	17197	5286
SLE-F-Gr.3(N)	-37867	582	1166	9483	9965
SLE-F-Gr.1(P)	-38175	1038	713	16644	5866
SLE-F-Gr.3(P)	-38248	533	1426	9400	11149
SLE-F-Gr.1-1SW/2	-35126	468	350	14380	3296
SLE-F-Gr.3-1SW/2	-35082	245	700	11216	5825
SLE-F-Gr.1-MaxML (P)	-33947	398	713	5768	8214
SLE-F-Gr.3-MaxML (P)	-33833	201	1426	3283	13780
SLE-QP	-31229	0	0	422	466

Tabella 12: Sollecitazioni a quota intradosso plinto – P55

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 100 di 135</b>

Per ricavare le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione è stata considerato un modello di plinto rigido, in cui l'azione assiale nei pali viene valutata assumendo una rotazione rigida del plinto (palo impedito di ruotare in testa), tenendo poi conto, in maniera approssimata mediante la definizione di un apposito coefficiente, degli effetti flessionali sui pali dovuti ai carichi trasmessi dalla pila, come mostrato nelle immagini riportate di seguito.

Lo sforzo normale nei pali è quindi calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{(M_{Ed})d_i}{\sum_i d_i^2}$$

Le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali, mentre il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente  $\alpha$  (espresso in metri):

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente  $\alpha$  dipende dalle caratteristiche di rigidezza relative palo-terreno e dunque dall'eventuale liquefacibilità del suolo. Generalmente, la sua applicazione fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo sono definiti i seguenti valori:

#### PILA B.3 – Armatura tipo 1

$D_{palo}$ (m)	CONDIZIONI DEL TERRENO	$\alpha$ (m)
1.5	Potenzialmente liquefacibile	3.8

#### PILA B.3 – Armatura tipo 2

$D_{palo}$ (m)	CONDIZIONI DEL TERRENO	$\alpha$ (m)
1.5	Potenzialmente liquefacibile	3.5

Si rimanda alla relazione geotecnica per maggiori dettagli relativi al calcolo di tale parametro.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV.      PAGINA <b>A            101 di 135</b>

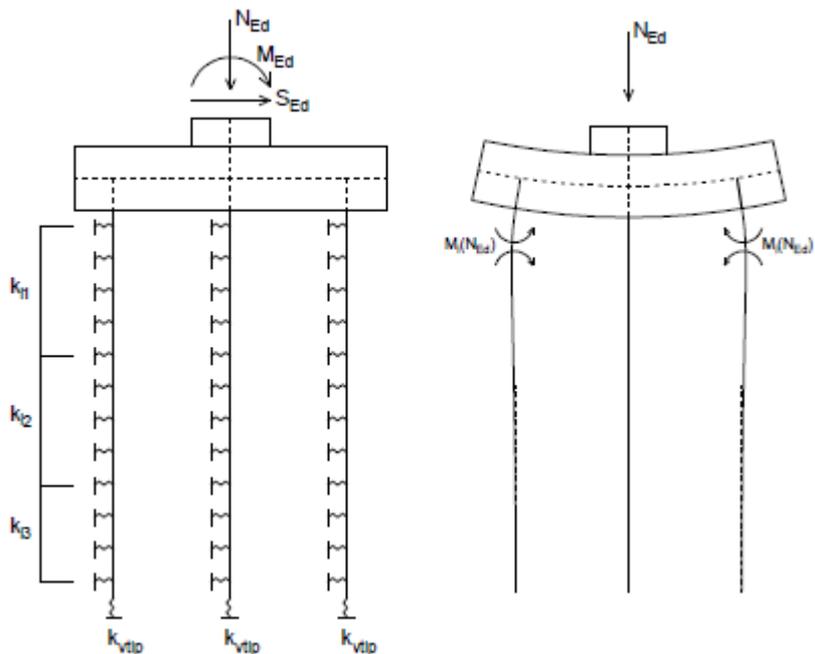


Figura 14: Modello del pinto su pali (a sinistra) ed effetto flessionale su pali dovuto al carico assiale agente sul pinto (a destra)

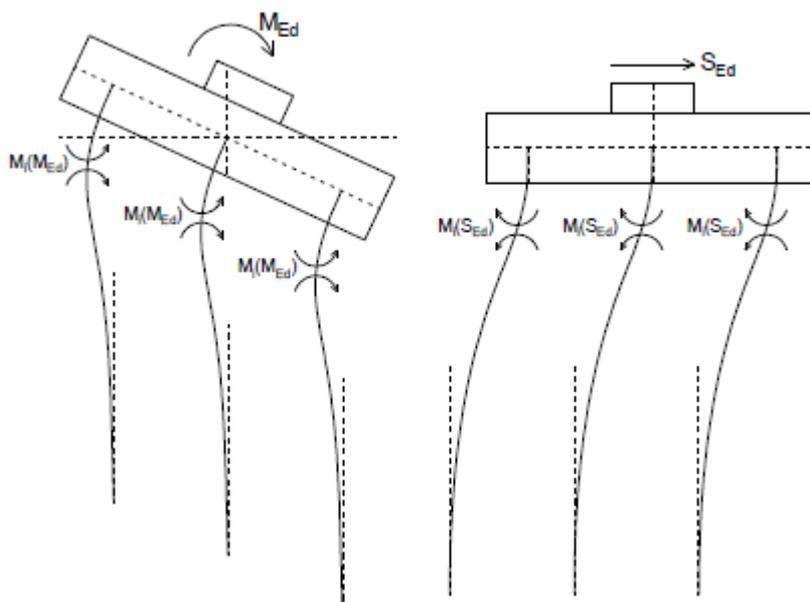


Figura 15: Effetto flessionale sui pali dovuti al momento flettente (a sinistra) e al taglio (a destra) agenti sul pinto

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>102 di 135</b>

Di seguito si mostrano le sollecitazioni relative al palo più sollecitato.

Combinazioni di carico	SOLLECITAZIONI MASSIME NEI PALI DI FONDAZIONE						
	$N_{Ed}/n$ kN	$(M_t \cdot d_i / ? \cdot d_i^2)$ kN	$(M_l \cdot d_i / ? \cdot d_i^2)$ kN	$N_{min}$ kN	$N_{max}$ kN	$V_{ris,max}$ kN	$M_{max}$ kNm
-							
SLU-Gr.1(N)	-4785	-1266	-503	-6555	-3015	266	1009
SLU-Gr.3(N)	-4795	-820	-915	-6530	-3060	254	966
SLU-Gr.1(P)	-4841	-1219	-572	-6632	-3051	261	991
SLU-Gr.3(P)	-4852	-805	-1053	-6711	-2994	282	1073
SLU-Gr.1-1SW/2	-4381	-990	-333	-5703	-3058	159	603
SLU-Gr.3-1SW/2	-4374	-808	-566	-5748	-3000	167	636
SLU-Gr.1-MaxML(P)	-4203	-626	-698	-5527	-2878	184	700
SLU-Gr.3-MaxML(P)	-4186	-478	-1194	-5858	-2513	260	987
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-3734	-1262	-496	-5492	-1976	266	1009
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-3744	-815	-908	-5468	-2021	254	966
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-3791	-1214	-565	-5569	-2012	261	991
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-3802	-800	-1046	-5648	-1956	282	1073
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	-3330	-985	-325	-4641	-2020	159	603
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	-3324	-804	-559	-4686	-1961	167	636
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	-3152	-621	-706	-4479	-1825	184	700
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	-3135	-474	-1201	-4810	-1460	260	987
SLV-EL+0.3ET	-2746	-931	-3401	-7078	1586	1052	3996
SLV-0.3EL+ET	-2746	-3100	-1011	-6857	1366	1103	4192
SLE-C-Gr.1(N)	-3428	-866	-345	-4638	-2217	181	690
SLE-C-Gr.3(N)	-3434	-558	-629	-4621	-2248	174	661
SLE-C-Gr.1(P)	-3467	-833	-392	-4692	-2241	178	677
SLE-C-Gr.3(P)	-3474	-548	-724	-4746	-2202	193	735
SLE-C-Gr.1-1SW/2	-3149	-675	-227	-4051	-2247	108	410
SLE-C-Gr.3-1SW/2	-3144	-550	-388	-4082	-2206	114	433
SLE-C-Gr.1-MaxML(P)	-3026	-425	-481	-3932	-2120	126	477
SLE-C-Gr.3-MaxML(P)	-3014	-323	-823	-4160	-1869	178	676
SLE-F-Gr.1(N)	-3293	-535	-244	-4072	-2514	107	406
SLE-F-Gr.3(N)	-3299	-288	-471	-4058	-2539	109	413
SLE-F-Gr.1(P)	-3324	-508	-282	-4114	-2534	105	399
SLE-F-Gr.3(P)	-3331	-280	-547	-4158	-2503	127	482
SLE-F-Gr.1-1SW/2	-3070	-382	-150	-3602	-2538	49	185
SLE-F-Gr.3-1SW/2	-3067	-282	-278	-3627	-2506	62	235
SLE-F-Gr.1-MaxML(P)	-2972	-181	-347	-3500	-2444	68	259
SLE-F-Gr.3-MaxML(P)	-2963	-100	-620	-3683	-2242	120	456
SLE-QP	-2746	-9	-13	-2768	-2723	0	0
Comb. dimensionante strutturali	Comb. dimensionante portanza			$N_{min}$	$N_{max}$	$V_{ris,max}$	$M_{max}$
<b>SLV-0.3EL+ET</b>	<b>SLV-EL+0.3ET</b>			<b>-7078</b>	<b>1586</b>	<b>1103</b>	<b>4192</b>
<b>SLE-C-Gr.3(P)</b>	<b>SLE-C-Gr.3(P)</b>			<b>-4746</b>	<b>-1869</b>	<b>193</b>	<b>735</b>

Figura 16: Sollecitazioni massime nei pali di fondazione – P36

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    VI.01.B5.001    A    103 di 135</b>	

Combinazioni di carico	SOLLECITAZIONI MASSIME NEI PALI DI FONDAZIONE						
	$N_{Ed}/n$	$(M_t^*di/? di^2)$	$(M_l^*di/? di^2)$	$N_{min}$	$N_{max}$	$V_{ris,max}$	$M_{max}$
-	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kNm
SLU-Gr.1(N)	-4591	-883	-281	-5756	-3427	257	899
SLU-Gr.3(N)	-4602	-572	-517	-5691	-3512	242	846
SLU-Gr.1(P)	-4648	-861	-311	-5820	-3477	251	879
SLU-Gr.3(P)	-4659	-569	-577	-5805	-3513	269	943
SLU-Gr.1-1SW/2	-4188	-770	-181	-5139	-3237	149	523
SLU-Gr.3-1SW/2	-4181	-642	-309	-5132	-3230	155	543
SLU-Gr.1-MaxML(P)	-4009	-423	-437	-4870	-3149	172	603
SLU-Gr.3-MaxML(P)	-3992	-323	-717	-5032	-2952	246	862
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-3591	-878	-274	-4744	-2439	257	899
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-3601	-568	-510	-4679	-2524	242	846
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-3648	-856	-303	-4807	-2488	251	879
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-3659	-564	-569	-4793	-2525	269	943
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	-3187	-765	-174	-4126	-2248	149	523
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	-3181	-638	-301	-4119	-2242	155	543
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	-3009	-418	-445	-3872	-2146	172	603
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	-2992	-318	-725	-4035	-1949	246	862
SLV-EL+0.3ET	-2602	-367	-1589	-4558	-646	871	3048
SLV-0.3EL+ET	-2602	-1223	-468	-4293	-912	867	3034
SLE-C-Gr.1(N)	-3284	-604	-193	-4081	-2487	176	615
SLE-C-Gr.3(N)	-3291	-390	-355	-4036	-2546	166	580
SLE-C-Gr.1(P)	-3323	-589	-213	-4125	-2522	172	601
SLE-C-Gr.3(P)	-3331	-388	-396	-4115	-2547	185	647
SLE-C-Gr.1-1SW/2	-3006	-526	-124	-3655	-2356	102	355
SLE-C-Gr.3-1SW/2	-3001	-438	-211	-3651	-2352	106	370
SLE-C-Gr.1-MaxML (P)	-2883	-287	-302	-3472	-2294	118	412
SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	-2871	-218	-495	-3584	-2158	169	592
SLE-F-Gr.1(N)	-3150	-382	-147	-3679	-2621	107	374
SLE-F-Gr.3(N)	-3156	-211	-277	-3643	-2668	109	380
SLE-F-Gr.1(P)	-3181	-370	-163	-3714	-2648	105	367
SLE-F-Gr.3(P)	-3187	-209	-310	-3706	-2669	127	444
SLE-F-Gr.1-1SW/2	-2927	-320	-92	-3338	-2516	49	170
SLE-F-Gr.3-1SW/2	-2923	-249	-162	-3335	-2512	62	216
SLE-F-Gr.1-MaxML (P)	-2829	-128	-228	-3185	-2473	68	238
SLE-F-Gr.3-MaxML (P)	-2819	-73	-383	-3275	-2364	120	420
SLE-QP	-2602	-9	-13	-2625	-2580	0	0
Comb. dimensionante strutturali	Comb. dimensionante portanza		$N_{min}$	$N_{max}$	$V_{ris,max}$	$M_{max}$	
<b>SLV-EL+0.3ET</b>	<b>SLU-Gr.1(P)</b>		<b>-5820</b>	<b>-646</b>	<b>871</b>	<b>3048</b>	
<b>SLE-C-Gr.3(P)</b>	<b>SLE-C-Gr.1(P)</b>		<b>-4125</b>	<b>-2158</b>	<b>185</b>	<b>647</b>	

Figura 17: Sollecitazioni massime nei pali di fondazione – P55

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A 104 di 135

## 11.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 11.2.1 Plinto di fondazione

Per le verifiche strutturali il plinto di fondazione è stato schematizzato con una mensola incastrata in corrispondenza della sezione di attacco con il fusto della pila e con l'estremità libera posta in corrispondenza della fila di pali più esterna, nella direzione di verifica considerata. Le azioni che intervengono sono rappresentate dalla pressione esercitata dal peso proprio del plinto (contributo favorevole) e dalle forze esplicate sulla mensola per la reazione vincolare dei pali. Non viene considerata l'eventualità che all'interno del plinto possa instaurarsi uno schema tirante-puntone in quanto la geometria del plinto non è tale da creare un meccanismo di mensola tozza. Si fa l'ipotesi che le reazioni del suolo siano esplicate esclusivamente dalla palificata e che siano trasmesse sul plinto come forze concentrate. Per la valutazione delle sollecitazioni sulla mensola viene presa in considerazione la combinazione di carico che dà luogo alle massime reazioni dei pali, sia in compressione che in trazione.

Per la verifica in direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto, si considera una mensola di larghezza pari alla dimensione del plinto nella direzione trasversale e di altezza pari allo spessore della fondazione. L'azione applicata sull'estremo libero è posta pari alla somma delle reazioni dei pali della fila più esterna.

In direzione trasversale, la mensola è caratterizzata da una luce inferiore, pertanto cautelativamente si dispongono le stesse armature verificate in direzione longitudinale.

Si esibiscono quindi le sollecitazioni e le verifiche a flessione e taglio della mensola in direzione longitudinale, relativamente alla sezione di incastro, corrispondente all'attacco plinto-fusto.

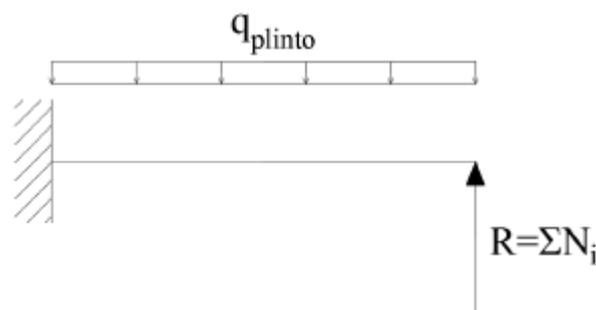


Figura 18: Schema a mensola del plinto su pali

I dati utili per la verifica del plinto in direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto sono sintetizzati nel prospetto di seguito.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>105 di 135</b>

### PILA B.3 – Armatura tipo 1

DATI PER VERIFICA PLINTO (IN DIREZ.LONGITUDINALE)		
L	2.9 m	Lunghezza mensola di calcolo
B	16.5 m	Base sezione di calcolo
s	2.0 m	Altezza sezione di calcolo
R=?Ni <sub>SLU</sub>	-27070 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLU)
R=?Ni <sub>SLE</sub>	-18253 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLE)
q	825 kN/m	Peso proprio del plinto di competenza della striscia di calcolo
M <sub>i_SLU</sub>	78502 kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M <sub>s_SLU</sub>	-3469 kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M <sub>ris_SLU</sub>	75033 kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
V <sub>ris_SLU</sub>	24677 kN	Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
<b>M<sub>ris_SLU/m</sub></b>	<b>4547 kNm/m</b>	<b>Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>
<b>V<sub>ris_SLU/m</sub></b>	<b>1496 kN/m</b>	<b>Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>
M <sub>i_SLE</sub>	52935 kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M <sub>s_SLE</sub>	-3469 kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M <sub>ris_SLE</sub>	49466 kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
<b>M<sub>ris_SLE/m</sub></b>	<b>2998 kNm/m</b>	<b>Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>

I dati sopra riportati prendono in considerazione le massime reazioni di compressione dei pali. Il prospetto di seguito tiene conto dell'eventuale sollecitazione di trazione sui pali.

R=?Ni <sub>SLU</sub>	5105 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLU)
R=?Ni <sub>SLE</sub>	-7905 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLE)
q	1221 kN/m	Peso proprio del plinto di competenza della striscia di calcolo
M <sub>i_SLU</sub>	-14805 kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M <sub>s_SLU</sub>	-5134 kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M <sub>ris_SLU</sub>	-19939 kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
V <sub>ris_SLU</sub>	8646 kN	Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
<b>M<sub>ris_SLU/m</sub></b>	<b>-1208 kNm/m</b>	<b>Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>
<b>V<sub>ris_SLU/m</sub></b>	<b>524 kN/m</b>	<b>Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>
M <sub>i_SLE</sub>	- kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M <sub>s_SLE</sub>	- kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M <sub>ris_SLE</sub>	- kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
<b>M<sub>ris_SLE/m</sub></b>	<b>- kNm/m</b>	<b>Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>

Entrambi i gruppi di sollecitazioni dedotti saranno sottoposti a verifica.

Una sintesi delle caratteristiche dell'armatura longitudinale e a taglio previste è esibita nei prospetti di seguito. Il numero totale dei ferri fa riferimento ad una sezione di larghezza pari a 1m, posta in corrispondenza dell'attacco con il fusto della pila.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>											
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>												
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.01.B5.001</td> <td>A</td> <td>106 di 135</td> </tr> </table>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	106 di 135								

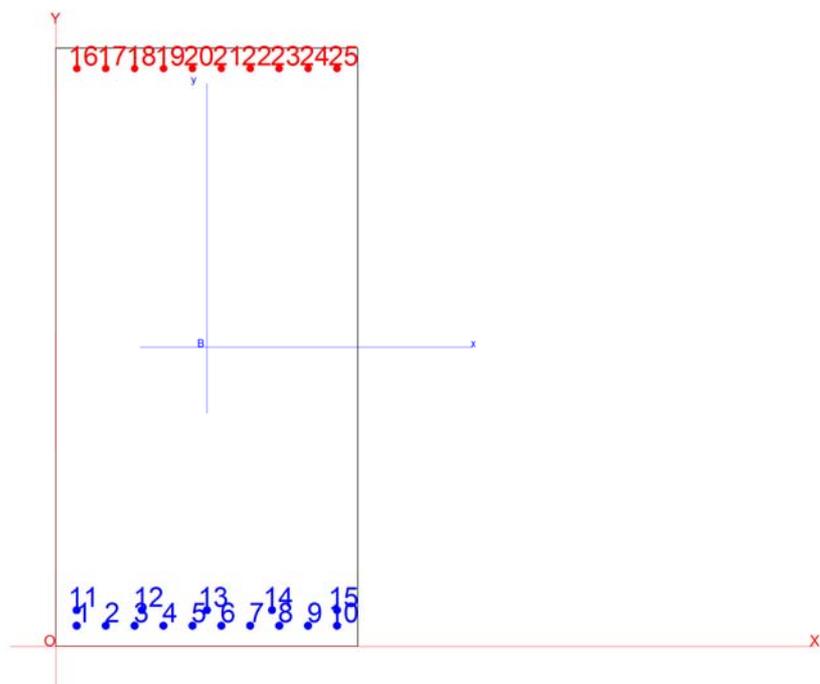
Il valore della distanza "Dist." che figura di seguito è valutata tra l'estremo inferiore della sezione e l'asse barra; l'area di armatura minima da garantire, rispetto alla sezione di calcestruzzo bxd, con d pari all'altezza utile della sezione, segue le prescrizioni riportate nel par.4.1.6.1.1 del DM 14.1.2008.

ARMATURA LONGITUDINALE PLINTO							
Direzione longitudinale							
Lato	n°strati	Dist.(cm)	n°	φ(mm)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> /bxd (%)	A <sub>min</sub> /bxd (%)
A <sub>s</sub> tesa	1	6.9	10	26	53.07	0.4	0.2
A <sub>s</sub> tesa	2	12.1	5	26	26.53		
A <sub>s</sub> tesa	3	-	-	-	-		
A <sub>s</sub> ' compressa	1	193.2	10	24	45.22	-	-

ARMATURA TRASVERSALE PLINTO			
Direzione longitudinale			
nb	φ(mm)	s (cm)	A <sub>v,st</sub> /s (cm <sup>2</sup> /m)
2	16	10	40.21

Di seguito le verifiche strutturali relative al plinto di fondazione, eseguite secondo i criteri sopra esplicitati, per una striscia di larghezza pari ad 1m.

Nome sezione: VI.01 - P36 - FOND



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>107 di 135</b>

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	200.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	200.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.9	6.9	26
2	16.5	6.9	26
3	26.1	6.9	26
4	35.6	6.9	26
5	45.2	6.9	26
6	54.8	6.9	26
7	64.4	6.9	26
8	73.9	6.9	26
9	83.5	6.9	26
10	93.1	6.9	26
11	6.9	12.1	26
12	28.5	12.1	26
13	50.0	12.1	26
14	71.6	12.1	26
15	93.1	12.1	26
16	6.9	193.2	24
17	16.5	193.2	24
18	26.1	193.2	24
19	35.6	193.2	24
20	45.2	193.2	24
21	54.8	193.2	24
22	64.4	193.2	24
23	73.9	193.2	24
24	83.5	193.2	24
25	93.1	193.2	24

### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>108 di 135</b>

1	0.00	4547.44	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1208.42	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	2997.92 (2324.23)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	5409.35	0.00	0.00	5808.45	0.00	1.277	79.6(31.1)
2	S	0.00	-3222.49	0.00	0.00	-3362.37	0.00	2.782	45.2(31.1)

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00148	-0.00362	100.0	200.0	0.00108	6.9	193.2	-0.01000	6.9	6.9
2	0.00095	-0.00391	0.0	0.0	0.00056	6.9	6.9	-0.01000	6.9	193.2

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>109 di 135</b>				

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

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.				
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000059449	-0.010410199	0.129	0.700
2	0.000000000	-0.000056687	0.000951859	0.087	0.700

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]										
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre										
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.33	100.0	200.0	-216.5	6.9	6.9	2500	79.6	5.2	1.00

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$													
S1	Esito della verifica													
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata													
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata													
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata													
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica													
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff													
Psi	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa													
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]													
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite $= 0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi													
wk	Distanza media tra le fessure [mm]													
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure $= 1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi													
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]													
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]													
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess		
1	S	-3.6	0	0.125	26	56	0.399	0.00043 (0.00043)	163	0.120 (0.20)	2324.23	0.00		

#### VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw = 100 cm

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A 110 di 135</b>

h = 200 cm  
c = 4.8 cm  
d = h-c = 195.2 cm

#### MATERIALI

fywd = 391.30 MPa  
Rck = 35 MPa  
gc = 1.5  
fck = 0.83xRck = 29.05 MPa  
fcd = 0.85xfck/gc = 16.46 MPa

#### ARMATURE A TAGLIO

øst = 16  
braccia = 2  
øst2 = 0  
braccia = 0  
passo = 10 cm  
(Asw / s) = 40.21 cm<sup>2</sup> / m  
a = 90 ° (90° staffe verticali)

#### ARMATURE LONGITUDINALI

øl = 26  
Numero = 15  
Asl = 79.639 cm<sup>2</sup>

TAGLIO AGENTE VEd = 1496 (KN)  
SFORZO NORMALE Ned = 0 (KN)

#### ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.32  
vmin = 0.286  
rl = 0.0041  
scp = 0.0000 (Mpa)  
VRd = 705.01 (KN) >= OK 558.5053317 (KN)  
VRd = 705.01 (KN)  
ac = 1.0000 Ned/Ac= 0.0000 (Mpa)

#### ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOSTESI 1 Cot q = 2,5 q = 21,8°  
Armatura trasversale

VRsd = 6910.94 (KN)

VRcd = 4986.18 (KN)

VRd = 4986.18 (KN) min(VRsd, VRcd)

IPOSTESI 2 Cot q = 1 q = 45°  
Armatura trasversale

VRsd = 2764.37 (KN)

VRcd = 7229.96 (KN)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 111 di 135</b>

$$VRd = 2764.37 \text{ (KN)}$$

$$\min(VRsd, VRcd)$$

IPOTESI 3 Cot q in cui VRsd=VRcd  
cot(q) = 2.06 (calcolato) cot(q) = 2.06  
q = 25.93 °

:Rottura bilanciata  
(limitato)

$$VRsd = 5686.03 \text{ (KN)}$$

$$VRcd = 5686.03 \text{ (KN)}$$

$$VRd = 5686.03 \text{ (KN)}$$

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

$$VRd = 5686 \text{ (KN)}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>112 di 135</b>

### PILA B.3 – Armatura tipo 2

DATI PER VERIFICA PLINTO (IN DIREZ.LONGITUDINALE)		
L	2.9 m	Lunghezza mensola di calcolo
B	16.5 m	Base sezione di calcolo
s	2.0 m	Altezza sezione di calcolo
R=?Ni_SLU	-22490 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLU)
R=?Ni_SLE	-15963 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLE)
q	825 kN/m	Peso proprio del plinto di competenza della striscia di calcolo
M <sub>i_SLU</sub>	65222 kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M <sub>s_SLU</sub>	-3469 kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M <sub>ris_SLU</sub>	61752 kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
V <sub>ris_SLU</sub>	20098 kN	Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
<b>M<sub>ris_SLU/m</sub></b>	<b>3743 kNm/m</b>	<b>Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>
<b>V<sub>ris_SLU/m</sub></b>	<b>1218 kN/m</b>	<b>Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>
M <sub>i_SLE</sub>	46294 kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M <sub>s_SLE</sub>	-3469 kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M <sub>ris_SLE</sub>	42824 kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
<b>M<sub>ris_SLE/m</sub></b>	<b>2595 kNm/m</b>	<b>Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>

I dati sopra riportati prendono in considerazione le massime reazioni di compressione dei pali. Il prospetto di seguito tiene conto dell'eventuale sollecitazione di trazione sui pali.

R=?Ni_SLU	-3075 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLU)
R=?Ni_SLE	-8922 kN	Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLE)
q	1221 kN/m	Peso proprio del plinto di competenza della striscia di calcolo
M <sub>i_SLU</sub>	- kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M <sub>s_SLU</sub>	-5134 kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M <sub>ris_SLU</sub>	- kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
V <sub>ris_SLU</sub>	466 kN	Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
<b>M<sub>ris_SLU/m</sub></b>	<b>- kNm/m</b>	<b>Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>
<b>V<sub>ris_SLU/m</sub></b>	<b>28 kN/m</b>	<b>Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>
M <sub>i_SLE</sub>	- kNm	Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto
M <sub>s_SLE</sub>	- kNm	Momento dovuto al peso proprio del plinto
M <sub>ris_SLE</sub>	- kNm	Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila
<b>M<sub>ris_SLE/m</sub></b>	<b>- kNm/m</b>	<b>Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m)</b>

Entrambi i gruppi di sollecitazioni dedotti saranno sottoposti a verifica.

Una sintesi delle caratteristiche dell'armatura longitudinale e a taglio previste è esibita nei prospetti di seguito. Il numero totale dei ferri fa riferimento ad una sezione di larghezza pari a 1m, posta in corrispondenza dell'attacco con il fusto della pila.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.01.B5.001	REV. PAGINA A 113 di 135

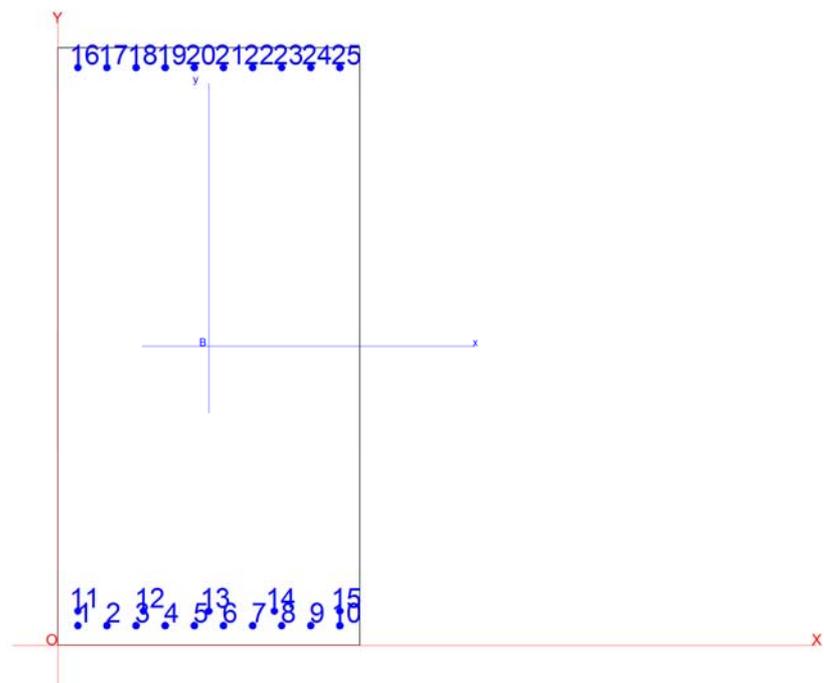
Il valore della distanza "Dist." che figura di seguito è valutata tra l'estremo inferiore della sezione e l'asse barra; l'area di armatura minima da garantire, rispetto alla sezione di calcestruzzo bxd, con d pari all'altezza utile della sezione, segue le prescrizioni riportate nel par.4.1.6.1.1 del DM 14.1.2008.

ARMATURA LONGITUDINALE PLINTO							
Direzione longitudinale							
Lato	n°strati	Dist.(cm)	n°	φ(mm)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> /bxd (%)	A <sub>min</sub> /bxd (%)
A <sub>s</sub> tesa	1	6.6	10	24	45.22	0.3	0.2
A <sub>s</sub> tesa	2	11.4	5	24	22.61		
A <sub>s</sub> tesa	3	-	-	-	-		
A <sub>s</sub> ' compressa	1	193.4	10	24	45.22	-	-

ARMATURA TRASVERSALE PLINTO			
Direzione longitudinale			
nb	φ(mm)	s (cm)	A <sub>v, st</sub> /s (cm <sup>2</sup> /m)
2	14	10	30.79

Di seguito le verifiche strutturali relative al plinto di fondazione, eseguite secondo i criteri sopra esplicitati, per una striscia di larghezza pari ad 1m.

Nome sezione: VI.01 - P55 - FOND



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>114 di 135</b>

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	200.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	200.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.6	6.6	24
2	16.2	6.6	24
3	25.9	6.6	24
4	35.5	6.6	24
5	45.2	6.6	24
6	54.8	6.6	24
7	64.5	6.6	24
8	74.1	6.6	24
9	83.8	6.6	24
10	93.4	6.6	24
11	6.6	11.4	24
12	28.3	11.4	24
13	50.0	11.4	24
14	71.7	11.4	24
15	93.4	11.4	24
16	6.6	193.4	24
17	16.2	193.4	24
18	25.9	193.4	24
19	35.5	193.4	24
20	45.2	193.4	24
21	54.8	193.4	24
22	64.5	193.4	24
23	74.1	193.4	24
24	83.8	193.4	24
25	93.4	193.4	24

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>115 di 135</b>

1                    0.00                    3742.57                    0.00                    0.00                    0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	2595.42 (2270.59)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:                    5.4    cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver                    S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn                    Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn                    Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn                    Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult                    Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult                    Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult                    Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic.                    Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
                          Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa                    Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo trav). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	4658.85	0.00	0.00	4979.59	0.00	1.331	67.9(31.1)

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

ec max                    Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7                    Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max                    Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max                    Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min                    Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min                    Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min                    Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max                    Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max                    Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max                    Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00133	-0.00369	100.0	200.0	0.00094	6.6	193.4	-0.01000	6.6	6.6

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>116 di 135</b>				

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

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.				
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000058561	-0.010386500	0.117	0.700

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]										
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre										
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.86	100.0	200.0	-217.8	93.4	6.6	2350	67.9	4.8	1.00

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$											
S1	Esito della verifica											
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata											
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata											
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata											
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica											
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $Ac_{eff}$											
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
e sm	$= 1 - Beta12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - Beta12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]											
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite $= 0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi											
wk	Distanza media tra le fessure [mm]											
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure $= 1.7 \cdot e \cdot sm \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi											
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.2	0	0.125	24	54	0.235	0.00044 (0.00044)	159	0.118 (0.20)	2270.59	0.00

#### VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw = 100 cm



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 118 di 135</b>

VRd = 2117.56 (KN) min(VRsd, VRcd)

IPOTESI 3 Cot q in cui VRsd=VRcd :Rottura bilanciata  
cot(q) = 2.41 (calcolato) cot(q) = 2.41 (limitato)

q= 22.49 °  
VRsd = 5113.84 (KN)

VRcd = 5113.84 (KN)

VRd = 5113.84 (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VRd = 5114 (KN)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	

## 11.2.2 Pali

Si riportano di seguito, per ciascuna delle combinazioni di carico analizzate, le verifiche strutturali dei pali di fondazione relativi alla pila di altezza massima fra quelle del tipo in esame aventi la medesima tipologia di armatura.

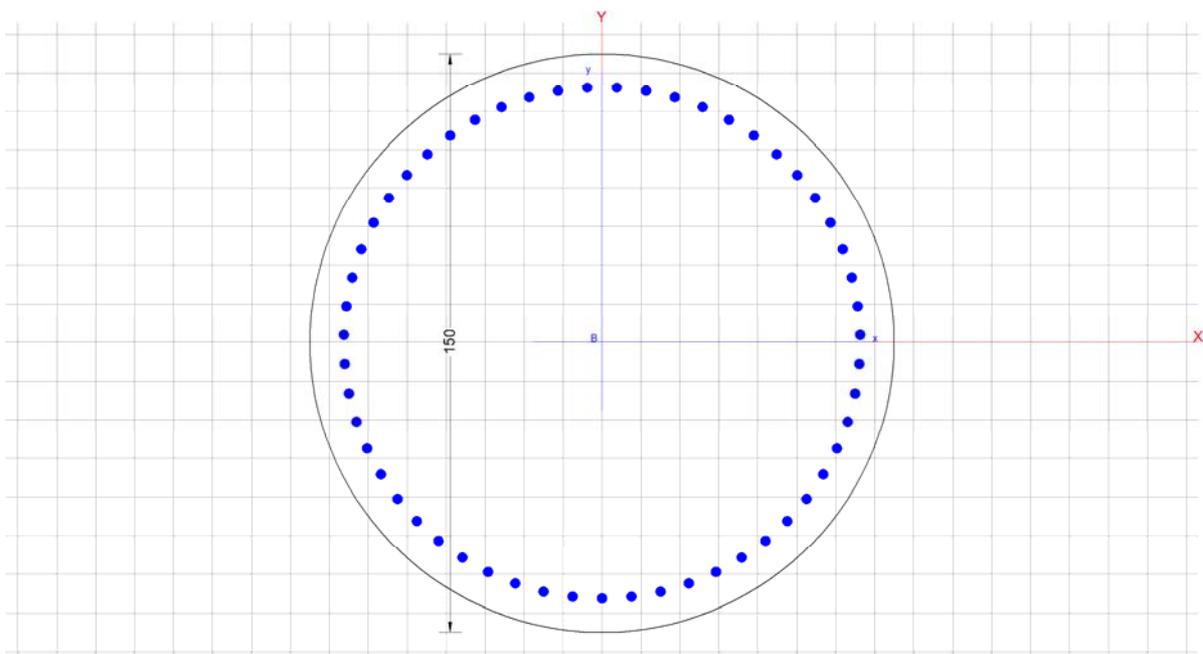
Una sintesi delle caratteristiche dell'armatura longitudinale e a taglio (spirale) disposta è esibita nei prospetti di seguito. Il valore del copriferro  $c$  che figura è valutato in asse barra; l'area di armatura minima da garantire, rispetto alla sezione di calcestruzzo, segue le prescrizioni riportate nel par.2.5.2.2.6 del "Manuale di progettazione delle opere civili".

### PILA B.3 – Armatura tipo 1

ARMATURA LONGITUDINALE PALI							
D (m)	n°strati	c (cm)	n°	$\phi$ (mm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_s/A_{cls}$ (%)	$A_{min}/A_{cls}$ (%)
1.5	1	8.7	55	26	291.86	1.7	1.0

ARMATURA TRASVERSALE PALI (SPIRALE)			
nb	$\phi$ (mm)	s (cm)	$A_{v,sl}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)
2	14	10	30.77

Nome sezione: VI.01 - P36 - PALO



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>120 di 135</b>

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	150.0	cm
Barre circonferenza:	55Ø26	(292.0 cm <sup>2</sup> )
Coprif. (dal baric. barre):	8.7	cm

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	3014.80	1008.92	265.51	0.00
2	3059.63	966.02	254.22	0.00
3	3050.62	990.51	260.66	0.00
4	2994.25	1072.97	282.36	0.00
5	3058.20	602.82	158.64	0.00
6	2999.80	636.21	167.42	0.00
7	2878.20	699.87	184.18	0.00
8	2513.18	986.53	259.61	0.00
9	1976.42	1008.92	265.51	0.00
10	2021.25	966.02	254.22	0.00
11	2012.25	990.51	260.66	0.00
12	1955.87	1072.97	282.36	0.00
13	2019.82	602.82	158.64	0.00
14	1961.42	636.21	167.42	0.00
15	1825.13	699.87	184.18	0.00
16	1460.11	986.53	259.61	0.00
17	-1586.44	3996.11	1051.61	0.00
18	-1365.70	4192.01	1103.16	0.00
19	6554.58	1008.92	265.51	0.00
20	6529.97	966.02	254.22	0.00
21	6631.93	990.51	260.66	0.00
22	6710.61	1072.97	282.36	0.00
23	5703.41	602.82	158.64	0.00
24	5748.47	636.21	167.42	0.00
25	5527.24	699.87	184.18	0.00
26	5857.87	986.53	259.61	0.00
27	5492.13	1008.92	265.51	0.00
28	5467.51	966.02	254.22	0.00
29	5569.47	990.51	260.66	0.00
30	5648.15	1072.97	282.36	0.00
31	4640.95	602.82	158.64	0.00
32	4686.01	636.21	167.42	0.00
33	4479.47	699.87	184.18	0.00
34	4810.10	986.53	259.61	0.00
35	7077.59	3996.11	1051.61	0.00
36	6856.85	4192.01	1103.16	0.00

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



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>			<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>						PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
						<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>122 di 135</b>			

Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult) e (N,Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	3014.80	1008.92	3014.58	7160.27	7.097	23.3	5492.36	---	---	---
2	S	3059.63	966.02	3059.78	7171.67	7.424	23.1	5508.16	---	---	---
3	S	3050.62	990.51	3050.54	7169.37	7.238	23.1	5504.92	---	---	---
4	S	2994.25	1072.97	2994.28	7154.67	6.668	23.4	5485.14	---	---	---
5	S	3058.20	602.82	3058.17	7171.27	11.896	23.1	5507.63	---	---	---
6	S	2999.80	636.21	3000.09	7156.28	11.248	23.3	5487.13	---	---	---
7	S	2878.20	699.87	2878.20	7122.58	10.177	23.8	5444.34	---	---	---
8	S	2513.18	986.53	2513.12	7020.41	7.116	25.2	5314.33	---	---	---
9	S	1976.42	1008.92	1976.14	6866.13	6.805	27.1	5119.63	---	---	---
10	S	2021.25	966.02	2021.12	6879.37	7.121	27.0	5135.97	---	---	---
11	S	2012.25	990.51	2012.27	6876.77	6.943	27.0	5132.72	---	---	---
12	S	1955.87	1072.97	1955.63	6860.09	6.394	27.2	5112.23	---	---	---
13	S	2019.82	602.82	2019.76	6878.97	11.411	27.0	5135.60	---	---	---
14	S	1961.42	636.21	1961.44	6861.81	10.785	27.2	5114.17	---	---	---
15	S	1825.13	699.87	1825.08	6821.51	9.747	27.7	5064.03	---	---	---
16	S	1460.11	986.53	1459.98	6706.46	6.798	29.0	4928.21	---	---	---
17	S	-1586.44	3996.11	-1586.31	5581.27	1.397	40.2	3715.42	---	---	---
18	S	-1365.70	4192.01	-1365.49	5673.73	1.353	39.3	3808.19	---	---	---
19	S	6554.58	1008.92	6554.44	7876.92	7.807	10.5	6639.64	---	---	---
20	S	6529.97	966.02	6529.88	7873.29	8.150	10.6	6632.30	---	---	---
21	S	6631.93	990.51	6632.12	7888.38	7.964	10.2	6662.45	---	---	---
22	S	6710.61	1072.97	6710.83	7899.88	7.363	9.9	6685.69	---	---	---
23	S	5703.41	602.82	5703.62	7746.63	12.851	13.6	6381.47	---	---	---
24	S	5748.47	636.21	5748.60	7753.73	12.187	13.4	6395.52	---	---	---
25	S	5527.24	699.87	5527.15	7715.46	11.024	14.2	6326.64	---	---	---
26	S	5857.87	986.53	5857.90	7770.89	7.877	13.0	6429.19	---	---	---
27	S	5492.13	1008.92	5492.07	7708.91	7.641	14.3	6315.61	---	---	---
28	S	5467.51	966.02	5467.47	7704.31	7.975	14.4	6307.86	---	---	---
29	S	5569.47	990.51	5569.35	7723.30	7.797	14.0	6339.81	---	---	---
30	S	5648.15	1072.97	5648.33	7737.87	7.212	13.7	6364.40	---	---	---
31	S	4640.95	602.82	4640.84	7542.33	12.512	17.4	6043.27	---	---	---
32	S	4686.01	636.21	4685.82	7551.48	11.870	17.2	6058.01	---	---	---
33	S	4479.47	699.87	4479.64	7509.37	10.730	18.0	5990.43	---	---	---
34	S	4810.10	986.53	4809.95	7576.58	7.680	16.8	6098.43	---	---	---
35	S	7077.59	3996.11	7077.33	7948.04	1.989	8.6	6792.45	---	---	---
36	S	6856.85	4192.01	6856.81	7921.00	1.890	9.4	6728.49	---	---	---

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>			<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>						PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
						<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>123 di 135</b>			

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00085	75.0	0.00291	66.3	-0.00606	-66.3
2	0.00350	-0.00084	75.0	0.00291	66.3	-0.00603	-66.3
3	0.00350	-0.00084	75.0	0.00291	66.3	-0.00604	-66.3
4	0.00350	-0.00086	75.0	0.00291	66.3	-0.00608	-66.3
5	0.00350	-0.00084	75.0	0.00291	66.3	-0.00603	-66.3
6	0.00350	-0.00085	75.0	0.00291	66.3	-0.00607	-66.3
7	0.00350	-0.00089	75.0	0.00291	66.3	-0.00616	-66.3
8	0.00350	-0.00101	75.0	0.00289	66.3	-0.00642	-66.3
9	0.00350	-0.00120	75.0	0.00286	66.3	-0.00683	-66.3
10	0.00350	-0.00118	75.0	0.00287	66.3	-0.00679	-66.3
11	0.00350	-0.00119	75.0	0.00287	66.3	-0.00680	-66.3
12	0.00350	-0.00121	75.0	0.00286	66.3	-0.00684	-66.3
13	0.00350	-0.00118	75.0	0.00287	66.3	-0.00680	-66.3
14	0.00350	-0.00120	75.0	0.00286	66.3	-0.00684	-66.3
15	0.00350	-0.00125	75.0	0.00286	66.3	-0.00694	-66.3
16	0.00350	-0.00139	75.0	0.00284	66.3	-0.00725	-66.3
17	0.00350	-0.00296	75.0	0.00263	66.3	-0.01069	-66.3
18	0.00350	-0.00281	75.0	0.00265	66.3	-0.01037	-66.3
19	0.00350	0.00001	75.0	0.00303	66.3	-0.00417	-66.3
20	0.00350	0.00001	75.0	0.00303	66.3	-0.00418	-66.3
21	0.00350	0.00003	75.0	0.00303	66.3	-0.00414	-66.3
22	0.00350	0.00004	75.0	0.00303	66.3	-0.00410	-66.3
23	0.00350	-0.00016	75.0	0.00300	66.3	-0.00455	-66.3
24	0.00350	-0.00015	75.0	0.00301	66.3	-0.00453	-66.3
25	0.00350	-0.00020	75.0	0.00300	66.3	-0.00463	-66.3
26	0.00350	-0.00013	75.0	0.00301	66.3	-0.00448	-66.3
27	0.00350	-0.00021	75.0	0.00300	66.3	-0.00465	-66.3
28	0.00350	-0.00021	75.0	0.00300	66.3	-0.00466	-66.3
29	0.00350	-0.00019	75.0	0.00300	66.3	-0.00461	-66.3
30	0.00350	-0.00017	75.0	0.00300	66.3	-0.00457	-66.3
31	0.00350	-0.00041	75.0	0.00297	66.3	-0.00509	-66.3
32	0.00350	-0.00040	75.0	0.00297	66.3	-0.00506	-66.3
33	0.00350	-0.00045	75.0	0.00297	66.3	-0.00517	-66.3
34	0.00350	-0.00037	75.0	0.00298	66.3	-0.00500	-66.3
35	0.00350	0.00011	75.0	0.00304	66.3	-0.00395	-66.3
36	0.00350	0.00007	75.0	0.00304	66.3	-0.00404	-66.3

#### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]  
 N.Bracci staffe: 2  
 Area staffe/m : 30.8 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm<sup>2</sup>/m]

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata  
 Vsdu Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>			<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA						
			<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>124 di 135</b>						

Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Ast
1	S	265.51	1123.28	3997.13	3252.11	135.3	21.80	1.120	2.5
2	S	254.22	1129.46	4003.52	3252.11	135.3	21.80	1.122	2.4
3	S	260.66	1128.22	4002.24	3252.11	135.3	21.80	1.122	2.5
4	S	282.36	1120.45	3994.20	3252.11	135.3	21.80	1.120	2.7
5	S	158.64	1129.26	4003.32	3252.11	135.3	21.80	1.122	1.5
6	S	167.42	1121.21	3995.00	3252.11	135.3	21.80	1.120	1.6
7	S	184.18	1104.45	3977.66	3252.11	135.3	21.80	1.115	1.7
8	S	259.61	1054.15	3925.62	3252.11	135.3	21.80	1.100	2.5
9	S	265.51	975.60	3827.46	3264.53	134.0	21.80	1.079	2.5
10	S	254.22	981.75	3833.81	3264.53	134.0	21.80	1.081	2.4
11	S	260.66	980.51	3832.54	3264.53	134.0	21.80	1.080	2.5
12	S	282.36	972.79	3824.55	3264.53	134.0	21.80	1.078	2.7
13	S	158.64	981.55	3833.61	3264.53	134.0	21.80	1.081	1.5
14	S	167.42	973.55	3825.33	3264.53	134.0	21.80	1.078	1.6
15	S	184.18	954.87	3806.01	3264.53	134.0	21.80	1.073	1.7
16	S	259.61	900.26	3730.80	3277.46	132.7	21.80	1.058	2.4
17	S	1051.61	0.00	3356.27	3359.48	123.2	21.80	1.000	9.6
18	S	1103.16	0.00	3388.13	3345.64	124.9	21.80	1.000	10.2
19	S	265.51	1389.41	4514.35	3220.78	138.3	21.80	1.250	2.5
20	S	254.22	1389.41	4514.35	3220.78	138.3	21.80	1.250	2.4
21	S	260.66	1389.41	4514.35	3220.78	138.3	21.80	1.250	2.5
22	S	282.36	1389.41	4514.35	3220.78	138.3	21.80	1.250	2.7
23	S	158.64	1389.41	4434.64	3220.78	138.3	21.80	1.228	1.5
24	S	167.42	1389.41	4441.14	3220.78	138.3	21.80	1.230	1.6
25	S	184.18	1389.41	4409.21	3220.78	138.3	21.80	1.221	1.8
26	S	259.61	1389.41	4456.93	3220.78	138.3	21.80	1.234	2.5
27	S	265.51	1389.41	4404.15	3220.78	138.3	21.80	1.219	2.5
28	S	254.22	1389.41	4400.59	3220.78	138.3	21.80	1.219	2.4
29	S	260.66	1389.41	4415.31	3220.78	138.3	21.80	1.223	2.5
30	S	282.36	1389.41	4426.66	3220.78	138.3	21.80	1.226	2.7
31	S	158.64	1334.86	4267.62	3229.77	137.5	21.80	1.185	1.5
32	S	167.42	1341.12	4274.10	3229.77	137.5	21.80	1.187	1.6
33	S	184.18	1312.40	4244.39	3229.77	137.5	21.80	1.179	1.8
34	S	259.61	1358.38	4291.95	3229.77	137.5	21.80	1.192	2.5
35	S	1051.61	1391.72	4522.64	3214.94	138.8	21.80	1.250	10.1
36	S	1103.16	1389.41	4514.35	3220.78	138.3	21.80	1.250	10.5

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>			<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>						PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
						<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>125 di 135</b>			

Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.56	-75.0	0.00	75.0	-6.2	66.2	26.9	1425	37.2	----
2	S	2.49	-75.0	0.00	75.0	-4.7	66.2	26.9	1018	26.5	----
3	S	2.53	-75.0	0.00	75.0	-5.4	66.2	26.9	1425	37.2	----
4	S	2.68	-75.0	0.00	75.0	-8.4	66.2	26.9	1833	47.8	----
5	S	1.91	-75.0	0.13	75.0	3.5	66.2	0.0	0	0.0	----
6	S	1.94	-75.0	0.06	75.0	2.5	66.2	0.0	0	0.0	----
7	S	2.00	-75.0	0.00	75.0	0.6	66.2	0.0	0	0.0	----
8	S	2.42	-75.0	0.00	75.0	-9.7	66.2	26.9	2240	58.4	----
9	S	2.02	-75.0	0.26	75.0	5.4	66.2	0.0	0	0.0	----
10	S	2.05	-75.0	0.25	75.0	5.4	66.2	0.0	0	0.0	----
11	S	2.02	-75.0	0.28	75.0	5.7	66.2	0.0	0	0.0	----
12	S	2.18	-75.0	0.09	75.0	3.1	66.2	0.0	0	0.0	----
13	S	1.55	-75.0	0.75	75.0	11.9	66.2	0.0	0	0.0	----
14	S	1.65	-75.0	0.63	75.0	10.3	66.2	0.0	0	0.0	----
15	S	1.67	-75.0	0.55	75.0	9.2	66.2	0.0	0	0.0	----
16	S	2.01	-75.0	0.02	75.0	2.1	66.2	0.0	0	0.0	----
17	S	1.23	-75.0	1.23	75.0	18.5	48.8	0.0	0	0.0	----
18	S	3.60	-75.0	0.60	75.0	11.7	66.2	0.0	0	0.0	----
19	S	3.53	-75.0	0.66	75.0	12.4	66.2	0.0	0	0.0	----
20	S	3.60	-75.0	0.66	75.0	12.4	66.2	0.0	0	0.0	----
21	S	3.75	-75.0	0.55	75.0	11.1	66.2	0.0	0	0.0	----
22	S	2.73	-75.0	0.95	75.0	15.7	66.2	0.0	0	0.0	----
23	S	2.79	-75.0	0.91	75.0	15.3	66.2	0.0	0	0.0	----
24	S	2.82	-75.0	0.75	75.0	13.0	66.2	0.0	0	0.0	----
25	S	3.36	-75.0	0.42	75.0	8.8	66.2	0.0	0	0.0	----
26	S	2.73	-75.0	0.96	75.0	16.0	66.2	0.0	0	0.0	----
27	S	2.74	-75.0	0.94	75.0	15.7	66.2	0.0	0	0.0	----
28	S	2.73	-75.0	1.00	75.0	16.5	66.2	0.0	0	0.0	----
29	S	2.93	-75.0	0.84	75.0	14.4	66.2	0.0	0	0.0	----
30	S	2.04	-75.0	1.23	75.0	19.2	66.2	0.0	0	0.0	----
31	S	2.16	-75.0	1.13	75.0	17.9	66.2	0.0	0	0.0	----
32	S	2.15	-75.0	1.02	75.0	16.3	66.2	0.0	0	0.0	----
33	S	2.66	-75.0	0.68	75.0	11.9	66.2	0.0	0	0.0	----
34	S	1.26	-75.0	1.26	75.0	18.8	61.1	0.0	0	0.0	----

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Scmax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Scmin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 K3 = 0,125 per flessione; = 0,25 (Scmin + Scmax)/(2 Scmin) per trazione eccentrica  
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1\*Beta2  
 Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12\*(fctm/Scmin)² = 1-Beta12\*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es  
 srm Distanza media in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm = 1,7\*Eps\*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.51	-0.49	---	0.125	1.00	0.400	0.000012 (0.000012)	213	0.005 (0.20)	3567.74
2	S	2.46	-0.42	---	0.125	1.00	0.400	0.000009 (0.000009)	213	0.003 (0.20)	4043.43

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>											
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>												
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.01.B5.001</td> <td>A</td> <td>126 di 135</td> </tr> </tbody> </table>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.B5.001	A	126 di 135								

3	S	2.49	-0.46	---	0.125	1.00	0.400	0.000011 (0.000011)	213	0.004 (0.20)	3799.30
4	S	2.60	-0.60	---	0.125	1.00	0.400	0.000017 (0.000017)	213	0.006 (0.20)	3135.30
5	S	1.91	0.13	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
6	S	1.94	0.06	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
7	S	2.00	-0.08	---	---	---	0.400	---	0	---	16045.33
8	S	2.32	-0.62	---	0.125	1.00	0.400	0.000019 (0.000019)	213	0.007 (0.20)	2776.51
9	S	2.02	0.26	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
10	S	2.05	0.25	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
11	S	2.02	0.28	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
12	S	2.18	0.09	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
13	S	1.55	0.75	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
14	S	1.65	0.63	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
15	S	1.67	0.55	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
16	S	2.01	0.02	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
17	S	1.23	1.23	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
18	S	3.60	0.60	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
19	S	3.53	0.66	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
20	S	3.60	0.66	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
21	S	3.75	0.55	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
22	S	2.73	0.95	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
23	S	2.79	0.91	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
24	S	2.82	0.75	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
25	S	3.36	0.42	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
26	S	2.73	0.96	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
27	S	2.74	0.94	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
28	S	2.73	1.00	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
29	S	2.93	0.84	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
30	S	2.04	1.23	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
31	S	2.16	1.13	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
32	S	2.15	1.02	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
33	S	2.66	0.68	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
34	S	1.26	1.26	---	---	---	0.000	---	0	---	-----

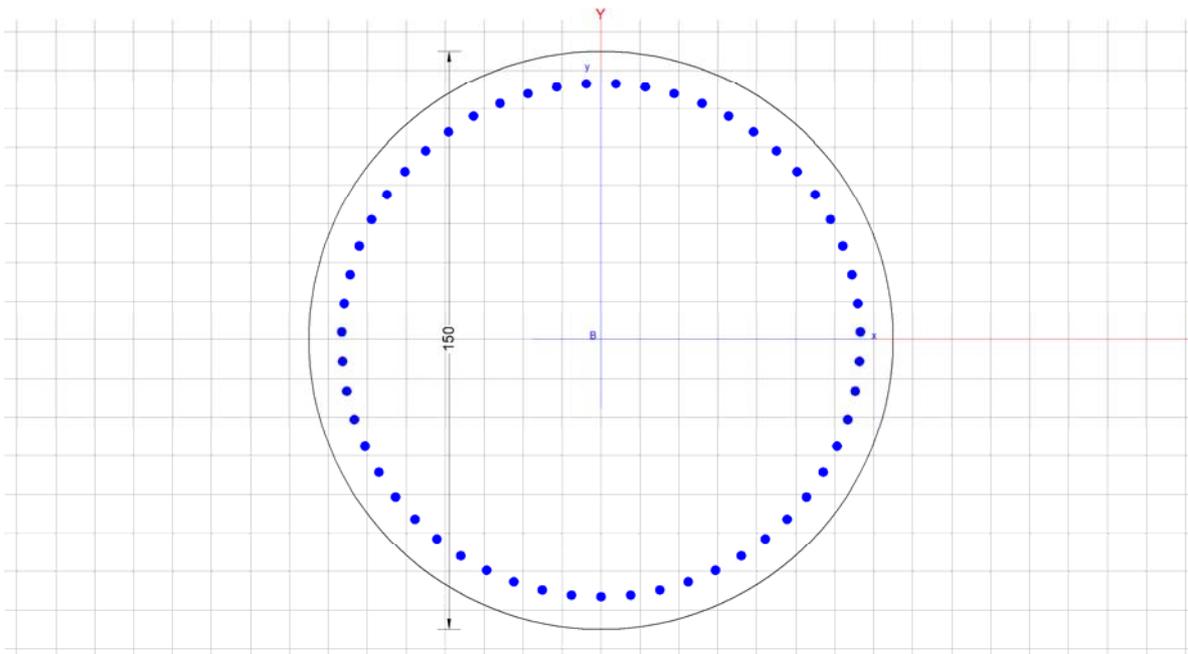
**PILA B.3 – Armatura tipo 2**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    VI.01.B5.001    A    127 di 135</b>	

ARMATURA LONGITUDINALE PALI							
D (m)	n°strati	c (cm)	n°	φ (mm)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> /A <sub>cls</sub> (%)	A <sub>min</sub> /A <sub>cls</sub> (%)
1.5	1	8.4	55	24	248.69	1.4	1.0

ARMATURA TRASVERSALE PALI (SPIRALE)			
nb	φ (mm)	s (cm)	A <sub>v, st</sub> /s (cm <sup>2</sup> /m)
2	12	10	22.61

Nome sezione: VI.01 - P55 - PALO



#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	150.0	cm
Barre circonferenza:	55Ø24	(248.8 cm <sup>2</sup> )
Coprif.(dal baric. barre):	8.4	cm

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>128 di 135</b>

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	3426.84	898.92	256.83	0.00
2	3512.11	846.16	241.76	0.00
3	3476.53	878.66	251.05	0.00
4	3513.45	942.98	269.42	0.00
5	3236.61	522.71	149.35	0.00
6	3230.07	542.80	155.08	0.00
7	3149.44	603.37	172.39	0.00
8	2952.15	861.82	246.23	0.00
9	2438.56	898.92	256.83	0.00
10	2523.83	846.16	241.76	0.00
11	2488.25	878.66	251.05	0.00
12	2525.17	942.98	269.42	0.00
13	2248.33	522.71	149.35	0.00
14	2241.80	542.80	155.08	0.00
15	2146.46	603.37	172.39	0.00
16	1949.17	861.82	246.23	0.00
17	646.42	3047.90	870.83	0.00
18	911.94	3033.62	866.75	0.00
19	5756.07	898.92	256.83	0.00
20	5691.02	846.16	241.76	0.00
21	5819.56	878.66	251.05	0.00
22	5804.94	942.98	269.42	0.00
23	5138.52	522.71	149.35	0.00
24	5131.72	542.80	155.08	0.00
25	4869.53	603.37	172.39	0.00
26	5032.43	861.82	246.23	0.00
27	4743.71	898.92	256.83	0.00
28	4678.66	846.16	241.76	0.00
29	4807.19	878.66	251.05	0.00
30	4792.58	942.98	269.42	0.00
31	4126.16	522.71	149.35	0.00
32	4119.36	542.80	155.08	0.00
33	3871.86	603.37	172.39	0.00
34	4034.77	861.82	246.23	0.00
35	4558.45	3047.90	870.83	0.00
36	4292.93	3033.62	866.75	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2487.45	614.84 (6848.78)
2	2546.25	579.59 (12109.16)
3	2521.71	601.00 (8431.50)
4	2547.18	646.77 (6038.47)
5	2356.26	355.45 (0.00)
6	2351.75	370.28 (0.00)
7	2294.08	411.76 (0.00)
8	2158.02	591.51 (4575.98)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>129 di 135</b>

9	2621.01	374.40 (0.00)
10	2668.05	380.12 (0.00)
11	2648.42	367.41 (0.00)
12	2668.79	444.05 (0.00)
13	2516.05	170.49 (0.00)
14	2512.45	216.33 (0.00)
15	2472.55	238.23 (0.00)
16	2363.70	420.04 (0.00)
17	2580.11	0.00 (0.00)
18	4081.32	614.84 (0.00)
19	4036.46	579.59 (0.00)
20	4125.10	601.00 (0.00)
21	4115.02	646.77 (0.00)
22	3655.42	355.45 (0.00)
23	3650.73	370.28 (0.00)
24	3471.97	411.76 (0.00)
25	3584.32	591.51 (0.00)
26	3678.99	374.40 (0.00)
27	3643.10	380.12 (0.00)
28	3714.02	367.41 (0.00)
29	3705.95	444.05 (0.00)
30	3338.27	170.49 (0.00)
31	3334.52	216.33 (0.00)
32	3185.28	238.23 (0.00)
33	3275.15	420.04 (0.00)
34	2624.76	0.00 (0.00)

## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.2	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0	cm

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	3426.84	898.92	3426.60	6541.40	7.277	23.3	5082.20	---	---	---
2	S	3512.11	846.16	3511.93	6563.46	7.757	23.0	5112.09	---	---	---
3	S	3476.53	878.66	3476.54	6554.45	7.460	23.1	5099.56	---	---	---
4	S	3513.45	942.98	3513.42	6563.83	6.961	23.0	5112.58	---	---	---
5	S	3236.61	522.71	3236.61	6487.97	12.412	24.1	5015.28	---	---	---

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>			<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>						PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
						<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>130 di 135</b>			

6	S	3230.07	542.80	3230.21	6486.16	11.950	24.1	5012.98	---	---	---
7	S	3149.44	603.37	3149.43	6463.26	10.712	24.4	4984.44	---	---	---
8	S	2952.15	861.82	2952.05	6406.88	7.434	25.2	4913.95	---	---	---
9	S	2438.56	898.92	2438.52	6257.35	6.961	27.2	4727.70	---	---	---
10	S	2523.83	846.16	2523.87	6282.57	7.425	26.9	4759.00	---	---	---
11	S	2488.25	878.66	2488.08	6272.07	7.138	27.0	4745.89	---	---	---
12	S	2525.17	942.98	2525.10	6282.94	6.663	26.9	4759.34	---	---	---
13	S	2248.33	522.71	2248.55	6200.17	11.862	27.9	4657.57	---	---	---
14	S	2241.80	542.80	2241.80	6198.13	11.419	28.0	4655.14	---	---	---
15	S	2146.46	603.37	2146.42	6167.94	10.222	28.3	4619.75	---	---	---
16	S	1949.17	861.82	1949.34	6102.99	7.082	29.1	4545.88	---	---	---
17	S	646.42	3047.90	646.44	5651.89	1.854	34.3	4042.23	---	---	---
18	S	911.94	3033.62	912.21	5750.70	1.896	33.2	4147.23	---	---	---
19	S	5756.07	898.92	5756.11	7069.27	7.864	14.3	5852.55	---	---	---
20	S	5691.02	846.16	5691.14	7056.75	8.340	14.5	5832.35	---	---	---
21	S	5819.56	878.66	5819.56	7081.39	8.059	14.0	5872.30	---	---	---
22	S	5804.94	942.98	5804.90	7078.60	7.507	14.1	5867.69	---	---	---
23	S	5138.52	522.71	5138.77	6947.11	13.290	16.7	5657.37	---	---	---
24	S	5131.72	542.80	5131.71	6945.66	12.796	16.7	5655.24	---	---	---
25	S	4869.53	603.37	4869.69	6891.00	11.421	17.7	5570.29	---	---	---
26	S	5032.43	861.82	5032.22	6925.01	8.035	17.1	5623.13	---	---	---
27	S	4743.71	898.92	4743.92	6864.43	7.636	18.2	5529.03	---	---	---
28	S	4678.66	846.16	4678.91	6850.50	8.096	18.4	5507.79	---	---	---
29	S	4807.19	878.66	4807.31	6877.84	7.828	17.9	5549.97	---	---	---
30	S	4792.58	942.98	4792.86	6874.79	7.291	18.0	5545.14	---	---	---
31	S	4126.16	522.71	4126.23	6717.09	12.850	20.6	5323.32	---	---	---
32	S	4119.36	542.80	4119.06	6715.33	12.372	20.6	5320.91	---	---	---
33	S	3871.86	603.37	3872.15	6654.18	11.028	21.6	5236.64	---	---	---
34	S	4034.77	861.82	4034.86	6694.57	7.768	21.0	5292.19	---	---	---
35	S	4558.45	3047.90	4558.27	6821.80	2.238	18.9	5468.05	---	---	---
36	S	4292.93	3033.62	4293.16	6757.89	2.228	20.0	5379.42	---	---	---

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00085	75.0	0.00293	66.6	-0.00608	-66.6
2	0.00350	-0.00082	75.0	0.00293	66.6	-0.00602	-66.6
3	0.00350	-0.00084	75.0	0.00293	66.6	-0.00605	-66.6
4	0.00350	-0.00082	75.0	0.00294	66.6	-0.00602	-66.6
5	0.00350	-0.00092	75.0	0.00292	66.6	-0.00623	-66.6
6	0.00350	-0.00092	75.0	0.00292	66.6	-0.00623	-66.6
7	0.00350	-0.00095	75.0	0.00292	66.6	-0.00630	-66.6
8	0.00350	-0.00102	75.0	0.00291	66.6	-0.00645	-66.6
9	0.00350	-0.00121	75.0	0.00288	66.6	-0.00687	-66.6

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
			<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>131 di 135</b>			

10	0.00350	-0.00118	75.0	0.00289	66.6	-0.00680	-66.6
11	0.00350	-0.00119	75.0	0.00289	66.6	-0.00683	-66.6
12	0.00350	-0.00118	75.0	0.00289	66.6	-0.00680	-66.6
13	0.00350	-0.00128	75.0	0.00288	66.6	-0.00703	-66.6
14	0.00350	-0.00128	75.0	0.00288	66.6	-0.00703	-66.6
15	0.00350	-0.00132	75.0	0.00287	66.6	-0.00712	-66.6
16	0.00350	-0.00140	75.0	0.00286	66.6	-0.00730	-66.6
17	0.00350	-0.00202	75.0	0.00278	66.6	-0.00867	-66.6
18	0.00350	-0.00188	75.0	0.00280	66.6	-0.00835	-66.6
19	0.00350	-0.00021	75.0	0.00302	66.6	-0.00466	-66.6
20	0.00350	-0.00022	75.0	0.00301	66.6	-0.00470	-66.6
21	0.00350	-0.00019	75.0	0.00302	66.6	-0.00463	-66.6
22	0.00350	-0.00019	75.0	0.00302	66.6	-0.00464	-66.6
23	0.00350	-0.00036	75.0	0.00300	66.6	-0.00500	-66.6
24	0.00350	-0.00036	75.0	0.00300	66.6	-0.00500	-66.6
25	0.00350	-0.00043	75.0	0.00299	66.6	-0.00515	-66.6
26	0.00350	-0.00039	75.0	0.00299	66.6	-0.00506	-66.6
27	0.00350	-0.00046	75.0	0.00298	66.6	-0.00522	-66.6
28	0.00350	-0.00048	75.0	0.00298	66.6	-0.00526	-66.6
29	0.00350	-0.00044	75.0	0.00298	66.6	-0.00519	-66.6
30	0.00350	-0.00045	75.0	0.00298	66.6	-0.00520	-66.6
31	0.00350	-0.00064	75.0	0.00296	66.6	-0.00561	-66.6
32	0.00350	-0.00064	75.0	0.00296	66.6	-0.00562	-66.6
33	0.00350	-0.00071	75.0	0.00295	66.6	-0.00578	-66.6
34	0.00350	-0.00066	75.0	0.00296	66.6	-0.00567	-66.6
35	0.00350	-0.00051	75.0	0.00298	66.6	-0.00534	-66.6
36	0.00350	-0.00059	75.0	0.00297	66.6	-0.00550	-66.6

#### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12	mm	
Passo staffe:	10.0	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	22.6	cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm <sup>2</sup> /m]

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	256.83	1145.34	4066.02	2395.28	135.3	21.80	1.137	2.4
2	S	241.76	1157.12	4078.20	2395.28	135.3	21.80	1.140	2.3
3	S	251.05	1152.20	4073.12	2395.28	135.3	21.80	1.139	2.4
4	S	269.42	1157.30	4078.39	2395.28	135.3	21.80	1.140	2.5

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>			<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>						PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
						<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>132 di 135</b>			

5	S	149.35	1119.06	4038.83	2395.28	135.3	21.80	1.129	1.4
6	S	155.08	1118.15	4037.90	2395.28	135.3	21.80	1.129	1.5
7	S	172.39	1107.01	4026.37	2395.28	135.3	21.80	1.126	1.6
8	S	246.23	1079.76	3998.17	2395.28	135.3	21.80	1.118	2.3
9	S	256.83	1004.01	3902.67	2404.41	134.0	21.80	1.097	2.4
10	S	241.76	1015.73	3914.79	2404.41	134.0	21.80	1.101	2.3
11	S	251.05	1010.84	3909.73	2404.41	134.0	21.80	1.099	2.4
12	S	269.42	1015.91	3914.98	2404.41	134.0	21.80	1.101	2.5
13	S	149.35	977.88	3875.64	2404.41	134.0	21.80	1.090	1.4
14	S	155.08	976.98	3874.71	2404.41	134.0	21.80	1.090	1.5
15	S	172.39	958.86	3836.99	2413.91	132.7	21.80	1.086	1.6
16	S	246.23	931.93	3809.13	2413.91	132.7	21.80	1.078	2.3
17	S	870.83	766.02	3573.70	2433.62	129.7	21.80	1.026	8.1
18	S	866.75	781.48	3610.67	2433.62	129.7	21.80	1.036	8.1
19	S	256.83	1356.12	4453.46	2372.26	138.3	21.80	1.230	2.4
20	S	241.76	1356.12	4444.04	2372.26	138.3	21.80	1.227	2.3
21	S	251.05	1356.12	4462.64	2372.26	138.3	21.80	1.233	2.4
22	S	269.42	1356.12	4460.53	2372.26	138.3	21.80	1.232	2.6
23	S	149.35	1352.21	4350.13	2378.87	137.5	21.80	1.205	1.4
24	S	155.08	1352.21	4349.15	2378.87	137.5	21.80	1.205	1.5
25	S	172.39	1333.38	4311.33	2378.87	137.5	21.80	1.195	1.6
26	S	246.23	1352.21	4334.83	2378.87	137.5	21.80	1.201	2.3
27	S	256.83	1315.84	4293.18	2378.87	137.5	21.80	1.190	2.4
28	S	241.76	1306.77	4283.80	2378.87	137.5	21.80	1.187	2.3
29	S	251.05	1324.69	4302.34	2378.87	137.5	21.80	1.192	2.4
30	S	269.42	1322.66	4300.23	2378.87	137.5	21.80	1.192	2.6
31	S	149.35	1247.36	4186.65	2386.69	136.5	21.80	1.165	1.4
32	S	155.08	1246.41	4185.67	2386.69	136.5	21.80	1.165	1.5
33	S	172.39	1212.05	4150.13	2386.69	136.5	21.80	1.155	1.6
34	S	246.23	1234.67	4173.52	2386.69	136.5	21.80	1.161	2.3
35	S	870.83	1290.01	4266.47	2378.87	137.5	21.80	1.182	8.3
36	S	866.75	1270.51	4210.60	2386.69	136.5	21.80	1.172	8.2

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata (Mpa)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata (Mpa)
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.56	-75.0	0.00	75.0	-1.3	66.5	0.0	0	0.0	----
2	S	2.50	-75.0	0.00	75.0	0.3	66.5	0.0	0	0.0	----
3	S	2.54	-75.0	0.00	75.0	-0.6	66.5	0.0	0	0.0	----
4	S	2.67	-75.0	0.00	75.0	-2.0	66.5	0.0	0	0.0	----
5	S	1.91	-75.0	0.30	75.0	5.8	66.5	0.0	0	0.0	----
6	S	1.94	-75.0	0.26	75.0	5.3	66.5	0.0	0	0.0	----
7	S	2.00	-75.0	0.14	75.0	3.7	66.5	0.0	0	0.0	----
8	S	2.37	-75.0	0.00	75.0	-3.3	66.5	25.2	958	22.6	----

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>			PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>133 di 135</b>			

9	S	2.07	-75.0	0.38	75.0	7.1	66.5	0.0	0	0.0	----
10	S	2.11	-75.0	0.39	75.0	7.2	66.5	0.0	0	0.0	----
11	S	2.07	-75.0	0.41	75.0	7.5	66.5	0.0	0	0.0	----
12	S	2.25	-75.0	0.24	75.0	5.3	66.5	0.0	0	0.0	----
13	S	1.56	-75.0	0.79	75.0	12.5	66.5	0.0	0	0.0	----
14	S	1.66	-75.0	0.68	75.0	11.1	66.5	0.0	0	0.0	----
15	S	1.69	-75.0	0.62	75.0	10.1	66.5	0.0	0	0.0	----
16	S	2.06	-75.0	0.15	75.0	3.9	66.5	0.0	0	0.0	----
17	S	1.21	-75.0	1.21	75.0	18.1	49.1	0.0	0	0.0	----
18	S	3.30	-75.0	0.51	75.0	10.1	66.5	0.0	0	0.0	----
19	S	3.20	-75.0	0.57	75.0	10.8	66.5	0.0	0	0.0	----
20	S	3.29	-75.0	0.57	75.0	10.8	66.5	0.0	0	0.0	----
21	S	3.39	-75.0	0.46	75.0	9.3	66.5	0.0	0	0.0	----
22	S	2.51	-75.0	0.90	75.0	14.9	66.5	0.0	0	0.0	----
23	S	2.54	-75.0	0.87	75.0	14.4	66.5	0.0	0	0.0	----
24	S	2.55	-75.0	0.69	75.0	11.9	66.5	0.0	0	0.0	----
25	S	3.01	-75.0	0.34	75.0	7.3	66.5	0.0	0	0.0	----
26	S	2.57	-75.0	0.87	75.0	14.5	66.5	0.0	0	0.0	----
27	S	2.56	-75.0	0.84	75.0	14.1	66.5	0.0	0	0.0	----
28	S	2.57	-75.0	0.90	75.0	14.9	66.5	0.0	0	0.0	----
29	S	2.74	-75.0	0.73	75.0	12.6	66.5	0.0	0	0.0	----
30	S	1.95	-75.0	1.17	75.0	18.3	66.5	0.0	0	0.0	----
31	S	2.05	-75.0	1.07	75.0	16.8	66.5	0.0	0	0.0	----
32	S	2.03	-75.0	0.95	75.0	15.1	66.5	0.0	0	0.0	----
33	S	2.48	-75.0	0.58	75.0	10.3	66.5	0.0	0	0.0	----
34	S	1.23	-75.0	1.23	75.0	18.4	61.3	0.0	0	0.0	----

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.55	-0.23	---	----	----	0.400	----	0	----	6848.78
2	S	2.50	-0.12	---	----	----	0.400	----	0	----	12109.16
3	S	2.54	-0.18	---	----	----	0.400	----	0	----	8431.50
4	S	2.65	-0.27	---	----	----	0.400	----	0	----	6038.47
5	S	1.91	0.30	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
6	S	1.94	0.26	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
7	S	2.00	0.14	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
8	S	2.35	-0.33	---	0.125	1.00	0.400	0.000007 (0.000007)	210	0.002 (0.20)	4575.98
9	S	2.07	0.38	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
10	S	2.11	0.39	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
11	S	2.07	0.41	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
12	S	2.25	0.24	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
13	S	1.56	0.79	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
14	S	1.66	0.68	---	----	----	0.000	----	0	----	-----

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>				<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>				<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>				<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
				<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>134 di 135</b>				

15	S	1.69	0.62	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
16	S	2.06	0.15	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
17	S	1.21	1.21	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
18	S	3.30	0.51	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
19	S	3.20	0.57	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
20	S	3.29	0.57	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
21	S	3.39	0.46	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
22	S	2.51	0.90	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
23	S	2.54	0.87	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
24	S	2.55	0.69	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
25	S	3.01	0.34	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
26	S	2.57	0.87	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
27	S	2.56	0.84	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
28	S	2.57	0.90	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
29	S	2.74	0.73	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
30	S	1.95	1.17	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
31	S	2.05	1.07	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
32	S	2.03	0.95	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
33	S	2.48	0.58	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
34	S	1.23	1.23	---	----	----	0.000	----	0	----	-----

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo B.3 (P36, P55) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>135 di 135</b>

## 12 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Vista in pianta .....	6
Figura 2: Sezione in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto .....	6
Figura 3: Sezione in direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto .....	7
Figura 4: Spettri di risposta elastici_SLV (Componente orizzontale e verticale) .....	24
Figura 5: Spettri di risposta di progetto (q=1,5)_SLV (Componente orizzontale e verticale) .....	29
Figura 6: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008 .....	33
Figura 7: Valori dei coefficienti di combinazione– Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008 .....	33
Figura 8: Ulteriori valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VII del D.M. 14 gennaio 2008 .....	34
Figura 9: Valutazione dei carichi da traffico – Tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008 .....	34
Figura 10: Modellazione tridimensionale .....	35
Figura 11: Modello della pila ad oscillatore semplice .....	43
Figura 12: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) Vista 3D b) Spaccato .....	45
Figura 13: Disposizione dei pali di fondazione .....	94
Figura 14: Modello del plinto su pali (a sinistra) ed effetto flessionale su pali dovuto al carico assiale agente sul plinto (a destra) .....	101
Figura 15: Effetto flessionale sui pali dovuti al momento flettente (a sinistra) e al taglio (a destra) agenti sul plinto .....	101
Figura 16: Sollecitazioni massime nei pali di fondazione – P36 .....	102
Figura 17: Sollecitazioni massime nei pali di fondazione – P55 .....	103
Figura 18: Schema a mensola del plinto su pali .....	104