

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

VI03 - VIADOTTO DAL Km. 11+976.14 al Km. 12+558.36

PILA TIPO C.5 (P11) - 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:

IF1M	00	E	ZZ	CL	VI03B5	001	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

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.B5.001	A	2 di 83

<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>8</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>9</b>
4.1	CALCESTRUZZO .....	9
4.1.1	Strutture di elevazione.....	9
4.1.2	Plinto di fondazione.....	9
4.1.3	Pali di fondazione.....	10
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE .....	11
4.3	COPRIFERRI MINIMI.....	11
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>12</b>
5.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI .....	12
5.2	LIQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI .....	13
5.3	CAPACITA' PORTANTE DEI PALI .....	13
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO.....</b>	<b>20</b>
6.1	CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO .....	20
6.2	AZIONE DEL VENTO SULLA PILA Q <sub>6</sub> .....	20
6.3	AZIONI SISMICHE Q <sub>7</sub> .....	21
6.3.1	Spettri di risposta elastici .....	29
6.3.2	Spettri di risposta di progetto.....	31
6.3.3	Combinazione delle componenti dell'azione sismica e valutazione delle masse 36	
6.4	VARIAZIONI TERMICHE $\epsilon_3$ .....	36

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.B5.001	REV. A	PAGINA 3 di 83

6.5	RIEPILOGO DEI CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO .....	36
7	<b>COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>38</b>
8	<b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>44</b>
8.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	44
8.1.1	<i>Verifica a fessurazione .....</i>	<i>44</i>
8.1.2	<i>Verifica delle tensioni in esercizio.....</i>	<i>45</i>
8.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI .....	47
8.2.1	<i>Sollecitazioni flettenti .....</i>	<i>47</i>
8.2.2	<i>Sollecitazioni taglianti .....</i>	<i>47</i>
9	<b>CRITERI DI MODELLAZIONE .....</b>	<b>50</b>
10	<b>ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DELLA PILA....</b>	<b>52</b>
11	<b>ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE FONDAZIONE .</b>	<b>64</b>
11.1	VERIFICA PLATEA DI FONDAZIONE.....	64
11.1.1	<i>Verifica dell'armatura longitudinale .....</i>	<i>64</i>
11.1.2	<i>Verifica dell'armatura trasversale.....</i>	<i>68</i>
11.1.3	<i>Verifica a taglio e punzonamento .....</i>	<i>71</i>
11.2	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE .....	74
11.2.1	<i>Verifiche a pressoflessione e taglio .....</i>	<i>74</i>
11.3	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	80
11.3.1	<i>Verifiche di capacità portante.....</i>	<i>80</i>
11.3.2	<i>Valutazione dei cedimenti in fondazione .....</i>	<i>80</i>
11.3.3	<i>Verifiche del carico limite orizzontale .....</i>	<i>81</i>
12	<b>INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>83</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</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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>4 di 83</b>

## **1   PREMESSA**

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali della pila tipo C.5, prevista lungo i viadotti VI03, 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.

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</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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.B5.001	A	5 di 83

## 2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche della pila che sostiene la campata ad arco metallico da 80 m del viadotto ferroviario denominato VI03, previsto tra le progressive chilometriche 12+252 e 12+332.

Il viadotto, avente lunghezza complessiva pari a 580m è a doppio binario ed è costituito da 20 campate in semplice appoggio da 25 m costituite da quattro travi a cassoncino in c.a.p. preteso ed una campata finale da 80 m in arco metallico (P11-P12).

La piattaforma ha una larghezza totale di 13.80 m ed ospita due binari posti ad interasse di 4.0 m. L'impalcato in esame è una campata in semplice appoggio con portata teorica pari a 78 m costituita da 2 archi a cassone e corda costituita da 2 travi aperte a doppio T. L'interasse fra gli archi dell'impalcato è pari a 13.8 m.

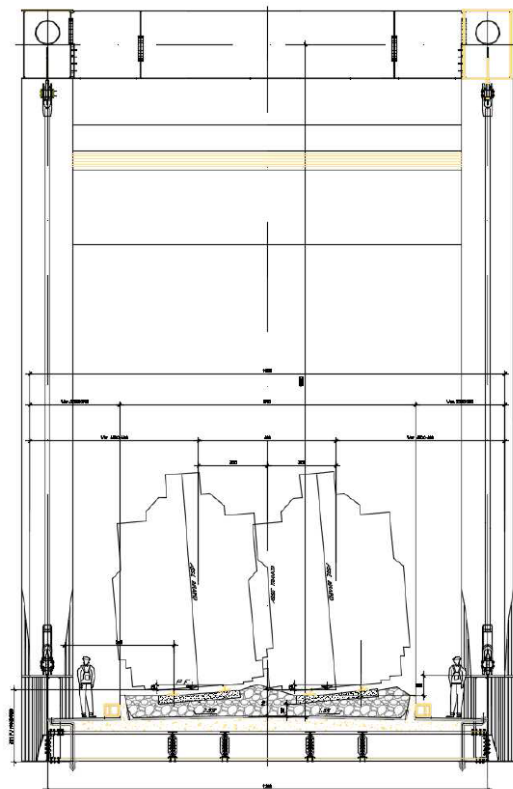


Figura 1: Sezione trasversale impalcato

Le pile in esame sono caratterizzate da una sezione a C cava pluriconnessa con larghezza complessiva pari a 8.30 m in direzione longitudinale e 16.60 m in direzione trasversale; i

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>6 di 83</b>

setti esterni hanno spessori variabili da 0.50 a 0.85 m. L'altezza della pila è pari a 8.10 m. Le fondazioni sono del tipo indiretto, con plinti su pali  $\phi 2000$  di dimensione 15.2 x 21.2 e spessore pari a 2.5 m. Gli interassi dei pali sono pari a 6.00 m sia in direzione longitudinale che in direzione trasversale. Di seguito si riportano alcune immagini esplicative delle sottostrutture in esame. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

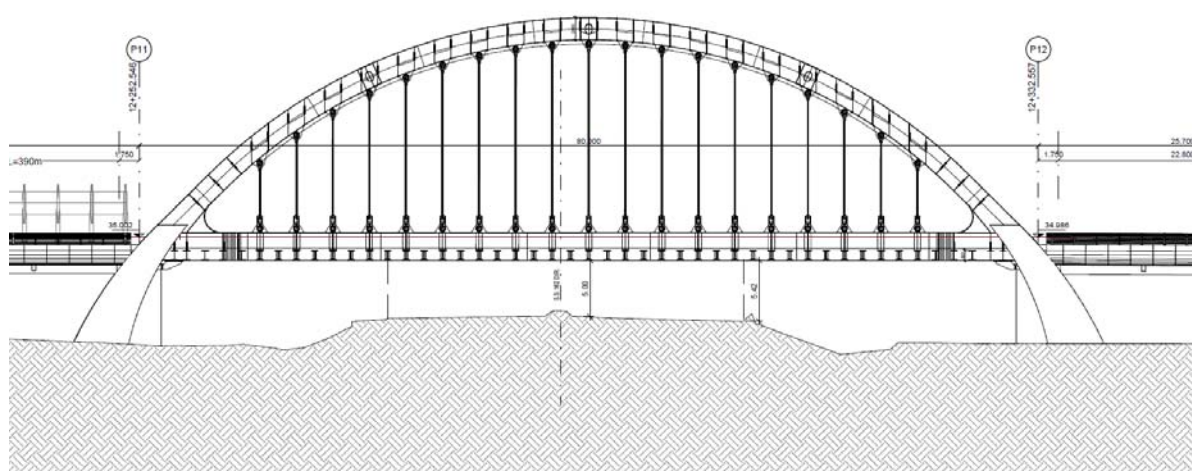


Figura 2: Profilo longitudinale – Vista P.11

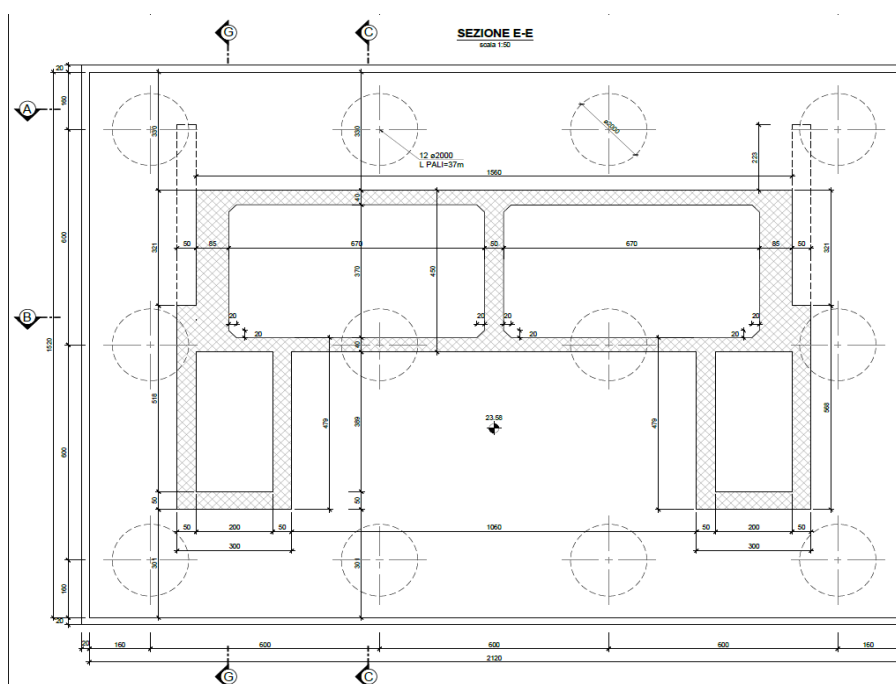


Figura 3: Pila P.11 VI.03 – pianta fondazioni

APPALTATORE: Mandataria: <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: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.03.B5.001 A 7 di 83</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>PILA TIPO C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>	

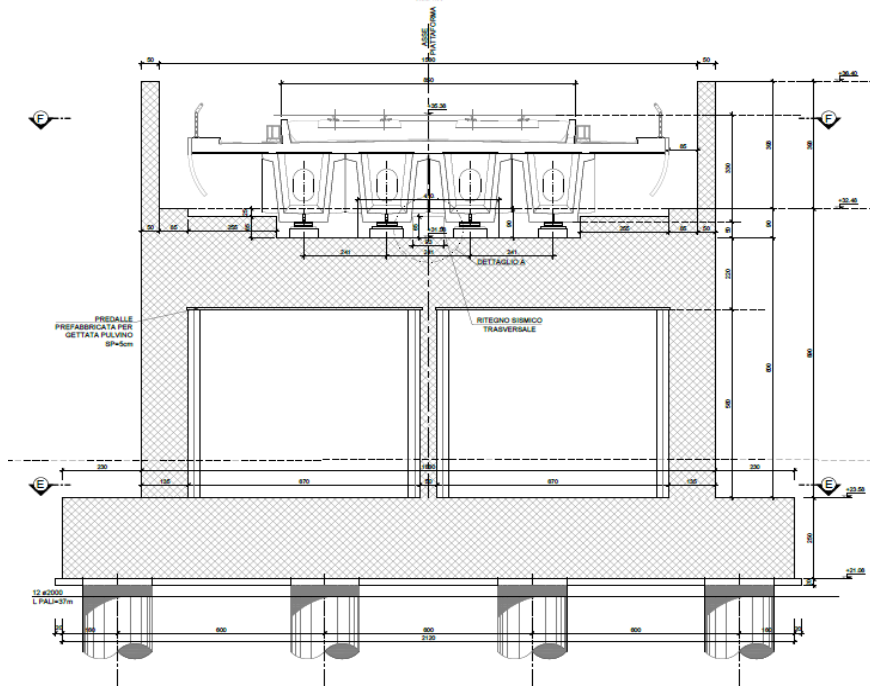


Figura 4: Pila P.11 VI.03 – sezione trasversale

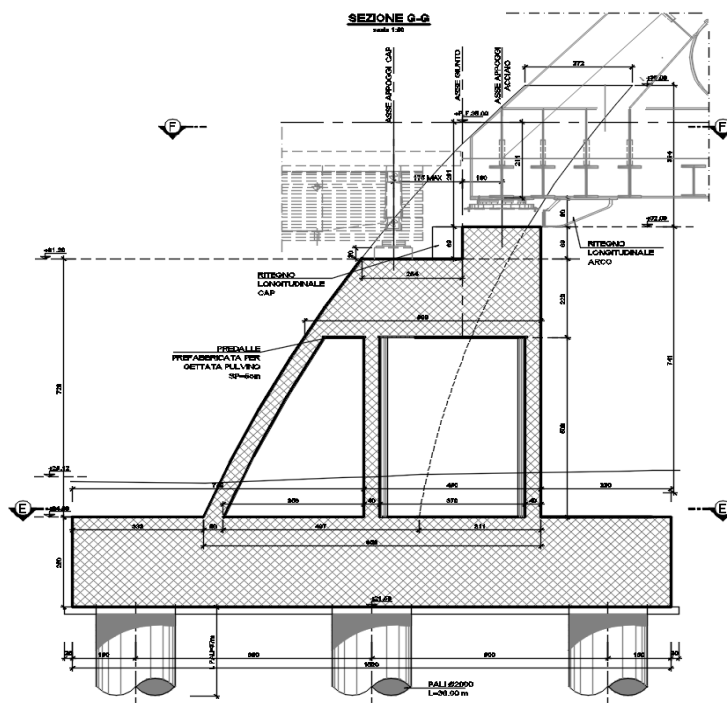


Figura 5: Pila P.11 VI.03 – sezione longitudinale

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.B5.001	A	8 di 83

### 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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 9 di 83</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	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<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> 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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.B5.001	REV. A	PAGINA 10 di 83

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. PAGINA <b>A 11 di 83</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</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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>12 di 83</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>					

## 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 **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.

#### VI03 - pk 12+240 - 12+350

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	2.0	5.0	16	33
3	Po	6.0	11.0	16	33
4	Ts	5.0	16.0	15	37
5	Ts	3.0	19.0	15	37
6	Pb	31.0	50.0	16	37

<b>s</b>	Superficie laterale del palo	6.28 m
<b>zw</b>	Profondità della falda dal p.c.	3.00 m

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.B5.001	REV. A	PAGINA 13 di 83

## 5.2 LIQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI

Sono stati rilevati livelli/ strati di terreni sabbiosi piroclastici, ricchi in pomici, potenzialmente liquefacibili che interessano il secondo strato con potenza 5.0m.

strato	Formazione	spessore strato	zbase strato	$\phi(Nq)$	$Nq^*$	$q_{blim}$	$\tau_{lim}$	Note
		(m)	(m da pc)	(-)	(-)	(kPa)	(kPa)	
1	Di	3.0	3.0	27	13	0	0	
2	Po	2.0	5.0	30	19	0	0	LIQUEFACIBIL E
3	Po	6.0	11.0	30	19	765	150	
4	Ts	5.0	16.0	34	27	2550	150	
5	Ts	3.0	19.0	34	27	3400	150	
6	Pb	31.0	50.0	34	26	4250	150	

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

## 5.3 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI

Si riportano le curve di capacità portante per pali trivellati Ø2000 ricavate per l'Approccio normativo A1+M1+R3.

Tabella 1 – Capacità portante per pali trivellati Ø2000 PILA P.11 – Compressione - liquefacibile

z da p.c.	Lp	$\beta$	$\sigma'v$	$\tau_i$	QII	qbl	Qbl	Wp	Qu	Qd
[m]	[m]	[ - ]	[kPa]	[kPa]	[kN]	[kPa]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	-	-	8	0	0	0	0	0	0	0
1.0	-	-	16	0	0	0	0	0	0	0
1.5	-	-	24	0	0	0	0	0	0	0
2.0	-	-	32	0	0	0	0	0	0	0
2.5	-	-	40	0	0	0	0	0	0	0
3.0	-	-	48	0	0	0	0	0	0	0
3.5	0.0	0.80	51	0	0	0	0	0	0	0
4.0	0.5	0.80	54	0	0	0	0	14	0	0
4.5	1.0	0.80	57	0	0	0	0	28	0	0
5.0	1.5	0.80	60	0	0	0	0	42	0	0
5.5	2.0	0.77	63	49	76	765	2403	57	2423	1262

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>			<b>Mandante:</b> <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>								
<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 C.5 (P11) - 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.03.B5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>14 di 83</b>			

6.0	2.5	0.74	66	49	229	765	2403	71	2562	1343
6.5	3.0	0.71	69	49	383	765	2403	85	2701	1425
7.0	3.5	0.68	72	49	537	765	2403	99	2841	1506
7.5	4.0	0.65	75	49	690	765	2403	113	2980	1587
8.0	4.5	0.62	78	48	843	765	2403	127	3119	1668
8.5	5.0	0.59	81	48	994	765	2403	141	3256	1747
9.0	5.5	0.56	84	47	1143	765	2403	156	3390	1826
9.5	6.0	0.53	87	46	1289	765	2403	170	3523	1903
10.0	6.5	0.50	90	45	1432	765	2403	184	3652	1977
10.5	7.0	0.48	93	45	1573	765	2403	198	3778	2051
11.0	7.5	0.46	96	44	1712	765	2403	212	3904	2123
11.5	8.0	0.44	99	43	1850	2550	8011	251	9610	5136
12.0	8.5	0.42	101	42	1985	2550	8011	267	9729	5204
12.5	9.0	0.40	104	41	2116	2550	8011	283	9845	5270
13.0	9.5	0.38	106	40	2245	2550	8011	298	9957	5334
13.5	10.0	0.36	109	39	2369	2550	8011	314	10066	5396
14.0	10.5	0.34	111	38	2490	2550	8011	330	10171	5455
14.5	11.0	0.32	114	36	2606	2550	8011	346	10272	5512
15.0	11.5	0.30	116	35	2718	2550	8011	361	10368	5565
15.5	12.0	0.30	119	36	2828	2550	8011	377	10462	5618
16.0	12.5	0.30	121	36	2941	2550	8011	393	10560	5673
16.5	13.0	0.30	124	37	3056	3335	10476	408	13124	7033
17.0	13.5	0.30	126	38	3174	3400	10681	424	13431	7199
17.5	14.0	0.30	129	39	3294	3400	10681	440	13536	7258
18.0	14.5	0.30	131	39	3416	3400	10681	456	13642	7318
18.5	15.0	0.30	134	40	3541	3400	10681	471	13751	7380
19.0	15.5	0.30	136	41	3668	3400	10681	487	13862	7443
19.5	16.0	0.30	139	42	3797	3614	11354	452	14699	7914
20.0	16.5	0.30	142	43	3930	3692	11599	467	15062	8111
20.5	17.0	0.30	145	43	4065	3770	11844	481	15428	8311
21.0	17.5	0.30	148	44	4202	3848	12089	495	15796	8511
21.5	18.0	0.30	151	45	4341	3926	12334	509	16166	8713
22.0	18.5	0.29	154	45	4482	4004	12579	523	16538	8916
22.5	19.0	0.29	157	46	4625	4082	12824	537	16912	9121
23.0	19.5	0.29	160	47	4771	4160	13069	551	17288	9327
23.5	20.0	0.29	163	47	4918	4238	13314	565	17667	9534
24.0	20.5	0.29	166	48	5067	4250	13352	580	17839	9632
24.5	21.0	0.29	169	48	5218	4250	13352	594	17976	9712
25.0	21.5	0.29	172	49	5371	4250	13352	608	18115	9793

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>			PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>15 di 83</b>			

25.5	22.0	0.28	175	50	5526	4250	13352	622	18256	9875
26.0	22.5	0.28	178	50	5683	4250	13352	636	18399	9958
26.5	23.0	0.28	181	51	5842	4250	13352	650	18543	10042
27.0	23.5	0.28	184	51	6002	4250	13352	664	18689	10128
27.5	24.0	0.28	187	52	6164	4250	13352	679	18837	10215
28.0	24.5	0.28	190	52	6328	4250	13352	693	18987	10302
28.5	25.0	0.27	193	53	6494	4250	13352	707	19139	10391
29.0	25.5	0.27	196	54	6661	4250	13352	721	19292	10481
29.5	26.0	0.27	199	54	6830	4250	13352	735	19446	10571
30.0	26.5	0.27	202	55	7000	4250	13352	749	19603	10663
30.5	27.0	0.27	205	55	7173	4250	13352	763	19761	10756
31.0	27.5	0.27	208	56	7348	4250	13352	778	19922	10851
31.5	28.0	0.27	211	57	7526	4250	13352	792	20086	10947
32.0	28.5	0.27	214	58	7706	4250	13352	806	20252	11045
32.5	29.0	0.27	217	59	7889	4250	13352	820	20421	11144
33.0	29.5	0.27	220	59	8074	4250	13352	834	20592	11245
33.5	30.0	0.27	223	60	8262	4250	13352	848	20766	11348
34.0	30.5	0.27	226	61	8453	4250	13352	862	20942	11452
34.5	31.0	0.27	229	62	8646	4250	13352	877	21121	11558
35.0	31.5	0.27	232	63	8841	4250	13352	891	21302	11665
35.5	32.0	0.27	235	63	9039	4250	13352	905	21486	11774
36.0	32.5	0.27	238	64	9240	4250	13352	919	21673	11884
36.5	33.0	0.27	241	65	9443	4250	13352	933	21862	11997
37.0	33.5	0.27	244	66	9649	4250	13352	947	22053	12110
37.5	34.0	0.27	247	67	9857	4250	13352	961	22247	12225
38.0	34.5	0.27	250	68	10068	4250	13352	975	22444	12342
38.5	35.0	0.27	253	68	10281	4250	13352	990	22643	12460
39.0	35.5	0.27	256	69	10497	4250	13352	1004	22845	12580
39.5	36.0	0.27	259	70	10715	4250	13352	1018	23049	12702
40.0	36.5	0.27	262	71	10936	4250	13352	1032	23256	12825
40.5	37.0	0.27	265	72	11160	4250	13352	1046	23465	12950
41.0	37.5	0.27	268	72	11386	4250	13352	1060	23677	13076
41.5	38.0	0.27	271	73	11614	4250	13352	1074	23892	13204
42.0	38.5	0.27	274	74	11845	4250	13352	1089	24109	13333
42.5	39.0	0.27	277	75	12079	4250	13352	1103	24328	13464
43.0	39.5	0.27	280	76	12315	4250	13352	1117	24550	13597
43.5	40.0	0.27	283	76	12554	4250	13352	1131	24775	13731
44.0	40.5	0.27	286	77	12796	4250	13352	1145	25002	13867

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>			PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>16 di 83</b>			

44.5	41.0	0.27	289	78	13039	4250	13352	1159	25232	14004
45.0	41.5	0.27	292	79	13286	4250	13352	1173	25464	14143
45.5	42.0	0.27	295	80	13535	4250	13352	1188	25699	14284
46.0	42.5	0.27	298	80	13786	4250	13352	1202	25936	14426
46.5	43.0	0.27	301	81	14040	4250	13352	1216	26176	14569
47.0	43.5	0.27	304	82	14297	4250	13352	1230	26419	14715
47.5	44.0	0.27	307	83	14556	4250	13352	1244	26664	14861
48.0	44.5	0.27	310	84	14818	4250	13352	1258	26911	15010
48.5	45.0	0.27	313	85	15082	4250	13352	1272	27161	15160
49.0	45.5	0.27	316	85	15349	4250	13352	1286	27414	15311
49.5	46.0	0.27	319	86	15618	4250	13352	1301	27669	15464
50.0	46.5	0.27	322	87	15890	4250	13352	1315	27927	15619

Tabella 2 – Capacità portante per pali trivellati Ø2000 PILA P.11 – trazione

z da p.c.	Lp	$\beta$	$\sigma'v$	$\tau_i$	Q <sub>ll</sub>	q <sub>bl</sub>	Q <sub>bl</sub>	W <sub>p</sub>	Q <sub>u</sub>	Q <sub>d</sub>
[m]	[m]	[ - ]	[kPa]	[kPa]	[kN]	[kPa]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	-	-	8	0	0	0	0	0	0	0
1.0	-	-	16	0	0	0	0	0	0	0
1.5	-	-	24	0	0	0	0	0	0	0
2.0	-	-	32	0	0	0	0	0	0	0
2.5	-	-	40	0	0	0	0	0	0	0
3.0	-	-	48	0	0	0	0	0	0	0
3.5	0.0	0.80	51	0	0	0	0	0	0	0
4.0	0.5	0.80	54	0	0	0	0	-24	0	0
4.5	1.0	0.80	57	0	0	0	0	-47	0	0
5.0	1.5	0.80	60	0	0	0	0	-71	0	0
5.5	2.0	0.77	63	49	76	0	0	-94	170	138
6.0	2.5	0.74	66	49	229	0	0	-118	347	249
6.5	3.0	0.71	69	49	383	0	0	-141	524	360
7.0	3.5	0.68	72	49	537	0	0	-165	702	472
7.5	4.0	0.65	75	49	690	0	0	-188	879	583
8.0	4.5	0.62	78	48	843	0	0	-212	1055	694
8.5	5.0	0.59	81	48	994	0	0	-236	1229	803
9.0	5.5	0.56	84	47	1143	0	0	-259	1402	912
9.5	6.0	0.53	87	46	1289	0	0	-283	1572	1019



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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>						PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>17 di 83</b>			

10.0	6.5	0.50	90	45	1432	0	0	-306	1738	1125
10.5	7.0	0.48	93	45	1573	0	0	-330	1903	1229
11.0	7.5	0.46	96	44	1712	0	0	-353	2066	1332
11.5	8.0	0.44	99	43	1850	0	0	-377	2227	1434
12.0	8.5	0.42	101	42	1985	0	0	-401	2385	1535
12.5	9.0	0.40	104	41	2116	0	0	-424	2540	1633
13.0	9.5	0.38	106	40	2245	0	0	-448	2692	1730
13.5	10.0	0.36	109	39	2369	0	0	-471	2840	1825
14.0	10.5	0.34	111	38	2490	0	0	-495	2985	1918
14.5	11.0	0.32	114	36	2606	0	0	-518	3124	2008
15.0	11.5	0.30	116	35	2718	0	0	-542	3260	2095
15.5	12.0	0.30	119	36	2828	0	0	-565	3394	2182
16.0	12.5	0.30	121	36	2941	0	0	-589	3530	2270
16.5	13.0	0.30	124	37	3056	0	0	-613	3669	2359
17.0	13.5	0.30	126	38	3174	0	0	-636	3810	2450
17.5	14.0	0.30	129	39	3294	0	0	-660	3954	2542
18.0	14.5	0.30	131	39	3416	0	0	-683	4099	2635
18.5	15.0	0.30	134	40	3541	0	0	-707	4248	2730
19.0	15.5	0.30	136	41	3668	0	0	-730	4398	2826
19.5	16.0	0.30	139	42	3797	0	0	-754	4551	2924
20.0	16.5	0.30	142	43	3930	0	0	-778	4707	3023
20.5	17.0	0.30	145	43	4065	0	0	-801	4866	3124
21.0	17.5	0.30	148	44	4202	0	0	-825	5026	3226
21.5	18.0	0.30	151	45	4341	0	0	-848	5189	3329
22.0	18.5	0.29	154	45	4482	0	0	-872	5354	3433
22.5	19.0	0.29	157	46	4625	0	0	-895	5521	3538
23.0	19.5	0.29	160	47	4771	0	0	-919	5690	3645
23.5	20.0	0.29	163	47	4918	0	0	-942	5860	3753
24.0	20.5	0.29	166	48	5067	0	0	-966	6033	3862
24.5	21.0	0.29	169	48	5218	0	0	-990	6208	3971
25.0	21.5	0.29	172	49	5371	0	0	-1013	6385	4083
25.5	22.0	0.28	175	50	5526	0	0	-1037	6563	4195
26.0	22.5	0.28	178	50	5683	0	0	-1060	6743	4308
26.5	23.0	0.28	181	51	5842	0	0	-1084	6926	4422
27.0	23.5	0.28	184	51	6002	0	0	-1107	7109	4537
27.5	24.0	0.28	187	52	6164	0	0	-1131	7295	4653
28.0	24.5	0.28	190	52	6328	0	0	-1155	7483	4771
28.5	25.0	0.27	193	53	6494	0	0	-1178	7672	4889
29.0	25.5	0.27	196	54	6661	0	0	-1202	7863	5008

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>						PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
						IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.B5.001	A	18 di 83

29.5	26.0	0.27	199	54	6830	0	0	-1225	8055	5128
30.0	26.5	0.27	202	55	7000	0	0	-1249	8249	5249
30.5	27.0	0.27	205	55	7173	0	0	-1272	8445	5371
31.0	27.5	0.27	208	56	7348	0	0	-1296	8644	5495
31.5	28.0	0.27	211	57	7526	0	0	-1319	8845	5620
32.0	28.5	0.27	214	58	7706	0	0	-1343	9049	5747
32.5	29.0	0.27	217	59	7889	0	0	-1367	9256	5875
33.0	29.5	0.27	220	59	8074	0	0	-1390	9464	6004
33.5	30.0	0.27	223	60	8262	0	0	-1414	9676	6135
34.0	30.5	0.27	226	61	8453	0	0	-1437	9890	6267
34.5	31.0	0.27	229	62	8646	0	0	-1461	10106	6401
35.0	31.5	0.27	232	63	8841	0	0	-1484	10325	6536
35.5	32.0	0.27	235	63	9039	0	0	-1508	10547	6673
36.0	32.5	0.27	238	64	9240	0	0	-1532	10771	6811
36.5	33.0	0.27	241	65	9443	0	0	-1555	10998	6951
37.0	33.5	0.27	244	66	9649	0	0	-1579	11227	7092
37.5	34.0	0.27	247	67	9857	0	0	-1602	11459	7235
38.0	34.5	0.27	250	68	10068	0	0	-1626	11693	7379
38.5	35.0	0.27	253	68	10281	0	0	-1649	11930	7524
39.0	35.5	0.27	256	69	10497	0	0	-1673	12170	7671
39.5	36.0	0.27	259	70	10715	0	0	-1696	12412	7819
40.0	36.5	0.27	262	71	10936	0	0	-1720	12656	7969
40.5	37.0	0.27	265	72	11160	0	0	-1744	12903	8121
41.0	37.5	0.27	268	72	11386	0	0	-1767	13153	8273
41.5	38.0	0.27	271	73	11614	0	0	-1791	13405	8427
42.0	38.5	0.27	274	74	11845	0	0	-1814	13660	8583
42.5	39.0	0.27	277	75	12079	0	0	-1838	13917	8740
43.0	39.5	0.27	280	76	12315	0	0	-1861	14177	8899
43.5	40.0	0.27	283	76	12554	0	0	-1885	14439	9059
44.0	40.5	0.27	286	77	12796	0	0	-1909	14704	9220
44.5	41.0	0.27	289	78	13039	0	0	-1932	14971	9383
45.0	41.5	0.27	292	79	13286	0	0	-1956	15241	9548
45.5	42.0	0.27	295	80	13535	0	0	-1979	15514	9713
46.0	42.5	0.27	298	80	13786	0	0	-2003	15789	9881
46.5	43.0	0.27	301	81	14040	0	0	-2026	16067	10049
47.0	43.5	0.27	304	82	14297	0	0	-2050	16347	10220
47.5	44.0	0.27	307	83	14556	0	0	-2073	16629	10391

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.03.B5.001</b>	<b>A</b>	<b>19 di 83</b>				

48.0	44.5	0.27	310	84	14818	0	0	-2097	16915	10564
48.5	45.0	0.27	313	85	15082	0	0	-2121	17202	10739
49.0	45.5	0.27	316	85	15349	0	0	-2144	17493	10915
49.5	46.0	0.27	319	86	15618	0	0	-2168	17786	11092
50.0	46.5	0.27	322	87	15890	0	0	-2191	18081	11271

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>20 di 83</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.	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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.B5.001	REV. A	PAGINA 21 di 83

### 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> 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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.B5.001	REV. A
					PAGINA 22 di 83	

$T_B, T_C, T_D$ : 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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.B5.001	REV. A	PAGINA 23 di 83

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.	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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.B5.001	A	24 di 83

<b>Classe I:</b> Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<b>Classe II:</b> 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.
<b>Classe III:</b> 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.
<b>Classe IV:</b> 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 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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.B5.001	A	25 di 83

### 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.		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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.B5.001	REV. PAGINA A 26 di 83

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 3: 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.	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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.B5.001	A	27 di 83

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: 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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>28 di 83</b>

### 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 <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>29 di 83</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>PILA TIPO C.5 (P11) - Relazione di calcolo</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

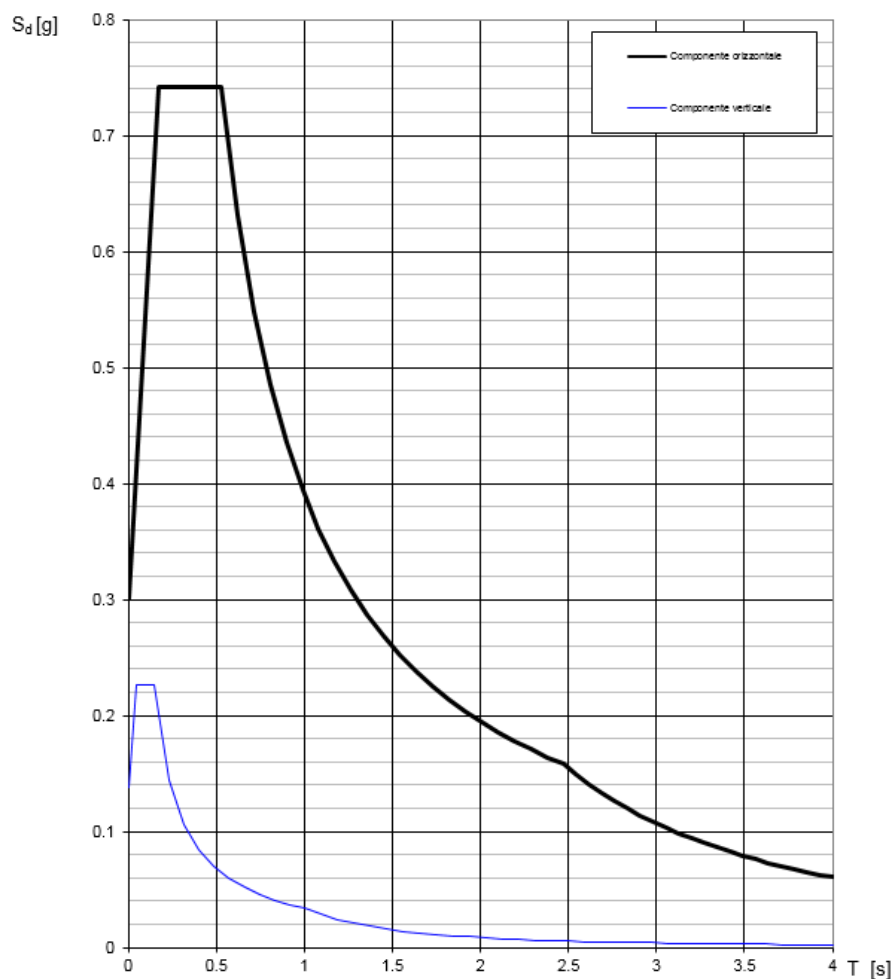


Figura 6: Spettri di risposta elastici\_SLV (Componente orizzontale e verticale)

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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
				IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.B5.001	A	30 di 83

### 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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.B5.001	REV. A	PAGINA 31 di 83

### 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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.B5.001	REV. A	PAGINA 32 di 83

### 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</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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>33 di 83</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:

<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>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>					
<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 C.5 (P11) - 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.03.B5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>34 di 83</b>

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

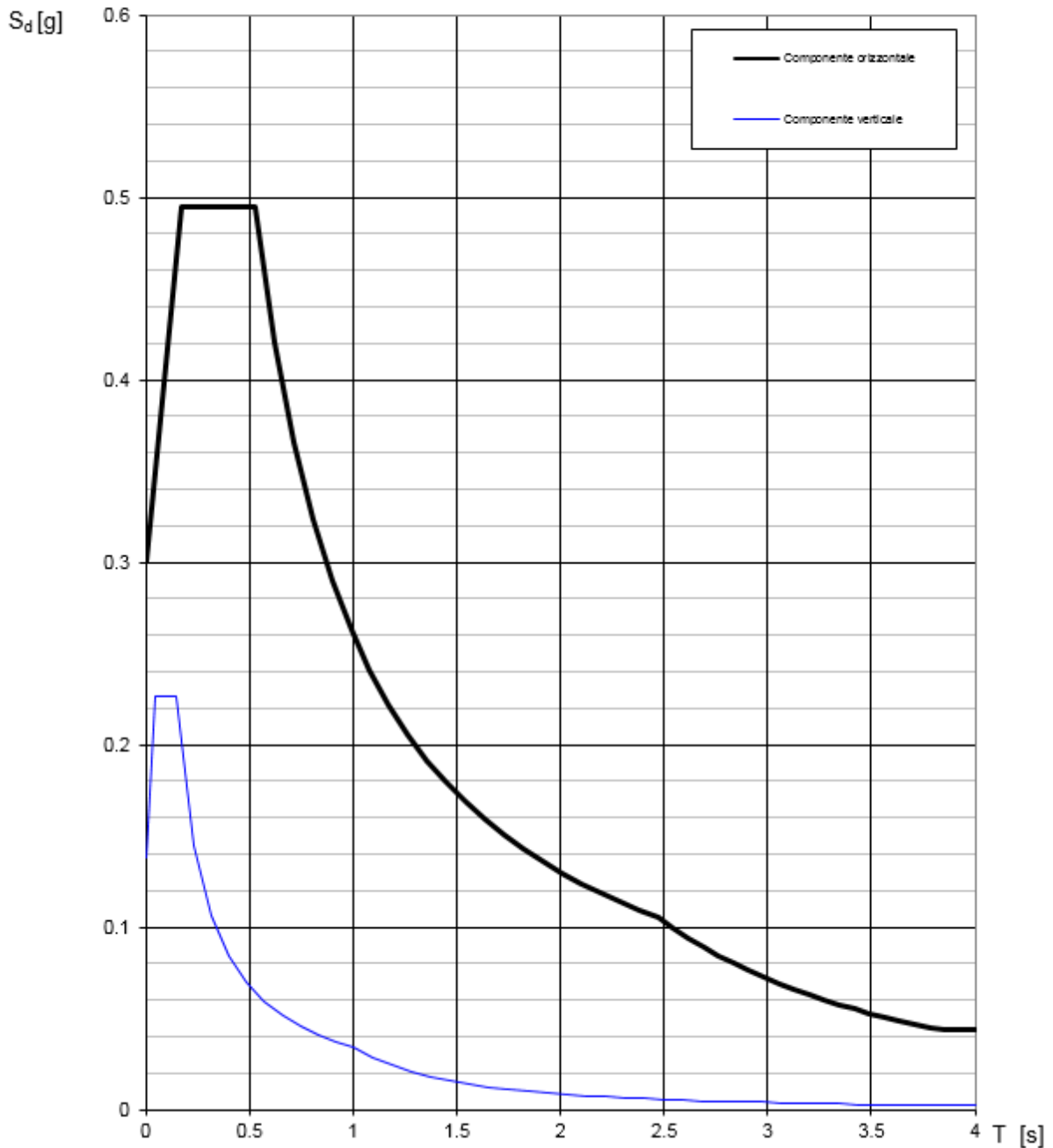


Figura 7: Spettri di risposta di progetto ( $q=1,5$ )\_SLV (Componente orizzontale e verticale)

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.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>PILA TIPO C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    VI.03.B5.001    A    35 di 83</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> 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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.B5.001	A	36 di 83

### **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.

### **6.5 RIEPILOGO DEI CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO**

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo di tutte le azioni trasmesse dagli impacati alla pila in corrispondenza della sommità del pulvino.

APPALTAZIONE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b>	Mandante: <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: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b>	Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>PILA TIPO C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    VI.03.B5.001    A    37 di 83</b>	

In dettaglio la pila in oggetto ospita:

### IMPALCATO 25m LATO FISSO:

CASI DI CARICO			APP. 1 (MULTIDIR.)			APP. 2 (FISSO)			APP. 3 (FISSO)			APP. 4 (MULTIDIR.)		
Sigla	Tipologia	Descrizione	N	H	H	N	H	H	N	H	H	N	H	H
			kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
G1	Carichi permanenti strutturali	Peso proprio travi+soletta	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	Ballast e armamento-velette-paraballast-canalette e impianti-barriere antirumore	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	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno SW/2 su binario 1	-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	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno LM71 su binario 1	-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	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno LM71 su binario 2	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	Azione di frenatura per treno SW/2 su binario 1	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	Azione di frenatura per treno LM71 su binario 1	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	Azione di frenatura per treno LM71 su binario 2	-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	Azione centrifuga per treno SW/2 su binario 1	-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	Azione centrifuga per treno LM71 su binario 1	-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	Azione centrifuga per treno LM71 su binario 2	-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	Azione di serpeggio per treno SW/2 su binario 1	-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	Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 1	-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	Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 2	-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	Azione del 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	Carico verticale per treno LM71 su binario 1	-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	Carico verticale per treno LM71 su binario 2	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	Carico verticale per treno SW/2 su binario 1	-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	Resistenze parassite dei vincioli (aliquota dovuta ai carichi permanenti)	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	Resistenze parassite dei vincioli (aliquota dovuta ai carichi variabili)	0.0	0.0	29.5	0.0	0.0	32.1	0.0	0.0	33.6	0.0	0.0	33.4

### IMPALCATO 80m LATO MOBILE:

CASI DI CARICO			LATO MOBILE					
Sigla	Tipologia	Descrizione	APP. 1			APP. 2		
			N	H	H	N	H	H
			kN	kN	kN	kN	kN	kN
G1	Carichi permanenti strutturali	Peso proprio travi+soletta	6200	0	0	6200	0	0
G2 (G2.1+G2.2+G2.3+G2.4)	Carichi permanenti non strutturali	Ballast e armamento-velette-paraballast-canalette e impianti-barriere antirumore	3900	0	0	3750	0	0
Q3.a B1-SW2	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno SW/2 su binario 1 (±)*	0	20	0	0	0	0
Q3.a B1-LM71	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno LM71 su binario 1 (±)*	0	30	0	0	0	0
Q3.a B2-LM71	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno LM71 su binario 2 (±)*	0	30	0	0	0	0
Q3.f B1-SW2	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno SW/2 su binario 1 (±)*	0	100	0	50	0	0
Q3.f B1-LM71	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno LM71 su binario 1 (±)*	0	60	0	50	0	0
Q3.f B2-LM71	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno LM71 su binario 2 (±)*	50	30	0	0	0	0
Q4 B1-SW2	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno SW/2 su binario 1 (±)*	100	390	0	50	0	0
Q4 B1-LM71	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno LM71 su binario 1 (±)*	150	460	0	150	0	0
Q4 B2-LM71	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno LM71 su binario 2 (±)*	150	460	0	150	0	0
Q5 B1-SW2	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno SW/2 su binario 1 (±)*	0	110	0	0	0	0
Q5 B1-LM71	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 1 (±)*	0	120	0	0	0	0
Q5 B2-LM71	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 2 (±)*	0	120	0	0	0	0
Q6	Vento	Azione del vento (±)*	500	740	0	500	0	0
LM71_B1	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno LM71 su binario 1	2850	40	0	1500	0	0
LM71_B2	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno LM71 su binario 2	1550	30	0	2800	0	0
SW2_B1	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno SW/2 su binario 1	3450	40	0	1700	0	0
A_Gk	Resistenze parassite	Resistenze parassite dei vincioli (aliquota dovuta ai carichi permanenti) (±)	0	500	510	0	500	500
A_Qk	Resistenze parassite	Resistenze parassite dei vincioli (aliquota dovuta ai carichi variabili) (±)	0	140	150	0	140	140
Q3.a B1-SW2	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno SW/2 su binario 2 (±)*	0	30	0	0	0	0
Q3.f B1-SW2	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno SW/2 su binario 2 (±)*	50	50	0	0	0	0
Q4 B1-SW2	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno SW/2 su binario 2 (±)*	100	390	0	50	0	0
Q5 B1-SW2	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno SW/2 su binario 2 (±)*	0	110	0	0	0	0
SW2_B2	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno SW/2 su binario 2	1800	20	0	3350	0	0
Tk	Termica	Termica differenziale (±)	0	100	0	0	0	0
SismaX	Sismica	Azione sismica SLV in direzione longitudinale all'impalcato (±) *	2350	550	0	2350	0	0
SismaY	Sismica	Azione sismica SLV in direzione trasversale all'impalcato (±) *	3850	6280	0	3800	0	0
SismaZ	Sismica	Azione sismica SLV verticale all'impalcato (±) *	1450	360	0	1500	0	0
SismaX	Sismica	Azione sismica SLC in direzione longitudinale all'impalcato (±) *	2500	580	0	2500	0	0
SismaY	Sismica	Azione sismica SLC in direzione trasversale all'impalcato (±) *	4100	6670	0	4050	0	0
SismaZ	Sismica	Azione sismica SLC verticale all'impalcato (±) *	1650	400	0	1700	0	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>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>PILA TIPO C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>38 di 83</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</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: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>PILA TIPO C.5 (P11) - 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.03.B5.001</td> <td>A</td> <td>39 di 83</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.B5.001	A	39 di 83
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.B5.001	A	39 di 83								

		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 8: 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 9: 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 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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.03.B5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>40 di 83</b>

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 10: 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 11: 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 C.5 (P11) - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.03.B5.001 A 41 di 83</b>

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 4: Combinazioni di carico

PALTATORE: <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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	42 di 83

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 5 – Casi di carico

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

PALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <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> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</td> <td>A</td> <td>43 di 83</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	43 di 83
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	43 di 83								

- **(N):** Condizioni di traffico normale (modello di carico LM71 su binario 1 e 2) su entrambe le campate afferenti;
- **(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  $\gamma_{Gk}$ .

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>			PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>44 di 83</b>

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

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

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</td> <td>A</td> <td>45 di 83</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	45 di 83
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	45 di 83								

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:

- $\sigma_c < 0,55 f_{ck}$  per combinazione caratteristica (rara)
- $\sigma_c < 0,40 f_{ck}$  per combinazione quasi permanente.

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</td> <td>A</td> <td>46 di 83</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	46 di 83
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	46 di 83								

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.

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>47 di 83</b>

## 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);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  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).

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>48 di 83</b>

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 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:

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

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:

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

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

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

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 ( $f'_{cd}=0.5f_{cd}$ );



PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</td> <td>A</td> <td>49 di 83</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	49 di 83
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	49 di 83								

$\alpha$

è un coefficiente maggiorativo, pari ad 1 per membrature non compresse.

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>50 di 83</b>

## 9 CRITERI DI MODELLAZIONE

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio. Per il calcolo di tali sollecitazioni ci si è serviti di un modello di calcolo tridimensionale implementato nel software Midas gen e schematizzante la geometria dell'intera pila.

Tale modello è caratterizzato da elementi bidimensionali dotati di spessore del tipo "Shell" che modellano la platea di fondazione. L'elevazione è modellata con elementi beam per una maggiore semplicità nella lettura delle sollecitazioni.

I vincoli del sistema sono costituiti da molle che limitano la libertà di movimento dei nodi relativi alla palificata. I carichi assegnati nei vari punti della struttura sono desunti dal Cap. 6. Nelle figure di seguito riportate si evidenzia il modello tridimensionale implementato in Midas Gen.

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

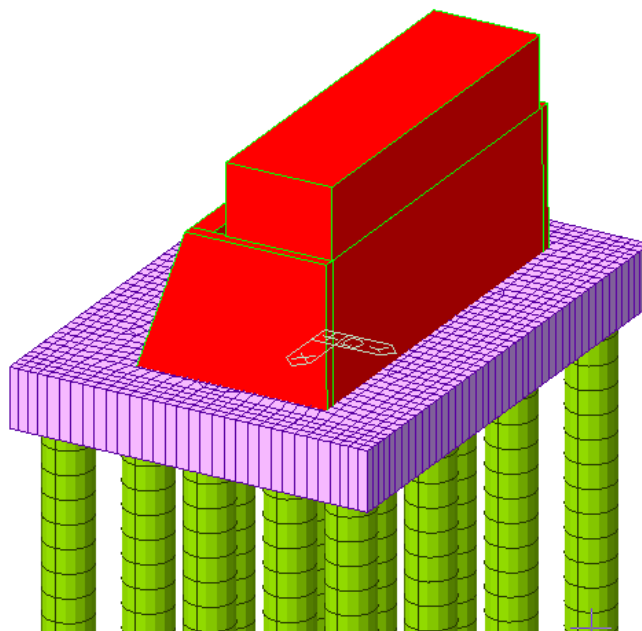


Figura 13: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) Vista 3D

<p>PALTATORE:</p> <p><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b></p> <p><u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b></p>	<p align="center"><b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b></p> <p align="center"><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>												
<p>PROGETTISTA:</p> <p><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b></p> <p><u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b></p>													
<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b></p>	<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.A5.001</td> <td>A</td> <td>51 di 83</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	51 di 83
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	51 di 83								

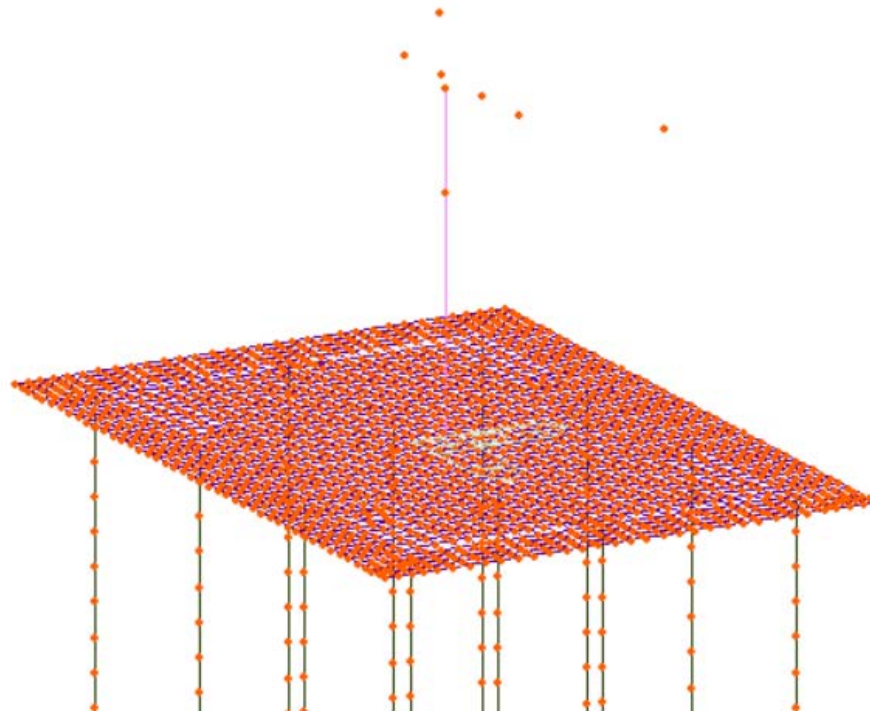


Figura 14: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) aste

PALTATORE: Mandataria: <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> <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: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>							
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>52 di 83</b>

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

Si riportano a seguire le sollecitazioni per la pila dell'impalcato nella sezione di base.

Elem	Load	Axial (kN)	Moment-z (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)
2027	SLU-Gr.1(N)	-68579.8	141161.5	-13509.2	12726.8	-1800.3
2027	SLU-Gr.3(N)	-67626.0	148415.4	-3797.3	13473.0	-818.6
2027	SLU-Gr.1(P)	-70420.8	120072.2	-9048.1	10476.4	-1677.0
2027	SLU-Gr.3(P)	-69973.5	106751.5	323.6	9055.3	-676.5
2027	SLU-Gr.1-1SW/2	-60623.4	107732.8	8386.7	9527.6	-605.5
2027	SLU-Gr.3-1SW/2	-60435.7	101560.9	13170.0	8859.6	-79.1
2027	SLU-Gr.1-MaxML	-70359.8	123027.8	-11030.0	10786.6	-1880.0
2027	SLU-Gr.3-MaxML	-69912.4	109707.0	-1658.3	9365.5	-879.5
2027	SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-55981.1	117978.3	-17256.0	10623.4	-2150.3
2027	SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-55027.3	125232.3	-7544.0	11369.7	-1168.6
2027	SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-57822.1	96889.1	-12794.8	8373.0	-2027.0
2027	SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-57374.8	83568.4	-3423.2	6952.0	-1026.5
2027	SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.	-48024.7	84549.7	4640.0	7424.2	-955.5
2027	SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.	-47837.0	78377.8	9423.3	6756.2	-429.1
2027	SLU-Gr.1-MaxML -	-57822.1	96889.1	-12794.8	8373.0	-2027.0
2027	SLU-Gr.3-MaxML -	-57374.8	83568.4	-3423.2	6952.0	-1026.5
2027	SLV-0.3EL+ET	-45369.5	221249.6	-68688.1	23131.8	-7655.5
2027	SLV-EL+ET0.3	-42254.2	207597.8	-67686.3	20713.4	-8764.0
2027	SLE-C-Gr.1(N)	-49758.6	101857.7	-8377.9	9187.6	-1149.0
2027	SLE-C-Gr.3(N)	-49100.8	106860.4	-1680.0	9702.2	-472.0
2027	SLE-C-Gr.1(P)	-51028.3	87313.4	-5301.3	7635.6	-1064.0
2027	SLE-C-Gr.3(P)	-50719.8	78126.7	1162.0	6655.5	-374.0
2027	SLE-C-Gr.1-1SW/2	-44271.4	78803.5	6722.7	6981.2	-325.0
2027	SLE-C-Gr.3-1SW/2	-44142.0	74547.0	10021.6	6520.5	38.0
2027	SLE-C-Gr.1-MaxML	-51028.3	87313.4	-5301.3	7635.6	-1064.0
2027	SLE-C-Gr.3-MaxML	-50719.8	78126.7	1162.0	6655.5	-374.0
2027	SLE-F-Gr.1(N)	-46535.2	93269.7	90.8	8459.3	-172.0
2027	SLE-F-Gr.3(N)	-46009.0	97271.8	5449.1	8871.0	369.6
2027	SLE-F-Gr.1(P)	-47550.9	81634.2	2552.1	7217.7	-104.0
2027	SLE-F-Gr.3(P)	-47304.1	74284.9	7722.7	6433.6	448.0
2027	SLE-QP	-35792.3	76111.1	941.9	7045.7	0.0

Il fusto è armato con un quantitativo di armatura longitudinale  $\Phi 24/20$  distribuito lungo il perimetro disposte sia lungo il lato interno-interno che interno-esterno, come rappresentato nella figura seguente per un totale di 404 ferri. La verifica risulta soddisfatta e porge i seguenti risultati. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software commerciale Rc-Sec.

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>53 di 83</b>

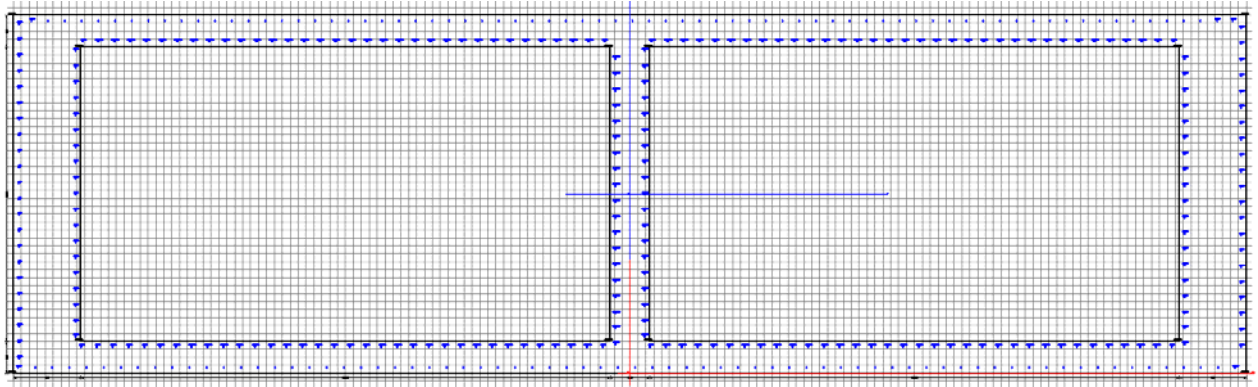


Figura 15: Sezione di spiccato  $\Phi 24/20$

Di seguito si riportano le verifiche della sezione per tutte le combinazioni descritte in precedenza:

-	<b>DOMINIO N° 1</b>			
-		Forma del Dominio:	Poligonale	
-		Classe Conglomerato:	C32/40	
-	N°vertice:	X [cm]	Y [cm]	
-	1	-780.0	0.0	
-	2	-780.0	450.0	
-	3	780.0	450.0	
-	4	780.0	0.0	
-	<b>DOMINIO N° 2</b>			
-		Forma del Dominio:	Poligonale vuoto	
-		Classe Conglomerato:	C32/40	
-	N°vertice:	X [cm]	Y [cm]	
-	1	25.0	40.0	
-	2	25.0	410.0	
-	3	695.0	410.0	
-	4	695.0	40.0	
-	<b>DOMINIO N° 3</b>			
-		Forma del Dominio:	Poligonale vuoto	
-		Classe Conglomerato:	C32/40	
-	N°vertice:	X [cm]	Y [cm]	
-	1	-695.0	40.0	
-	2	-695.0	410.0	
-	3	-25.0	410.0	
-	4	-25.0	40.0	
-	<b>DATI BARRE ISOLATE</b>			
-	N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
-	1	-773.2	139.0	24
-	2	-773.2	159.0	24
-	3	-773.2	179.0	24

<b>PALTATORE:</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>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>					
<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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>54 di 83</b>

-	4	-773.2	199.0	24
-	5	-773.2	219.0	24
-	6	-773.2	239.0	24
-	7	-773.2	259.0	24
-	8	-773.2	279.0	24
-	9	-773.2	299.0	24
-	10	-773.2	319.0	24
-	11	-773.2	339.0	24
-	12	-773.2	359.0	24
-	13	-773.2	379.0	24
-	14	-773.2	399.0	24
-	15	-773.2	419.0	24
-	16	-773.2	439.0	24
-	17	-757.4	443.2	24
-	18	742.6	443.2	24
-	19	762.6	443.2	24
-	20	773.2	433.8	24
-	21	773.2	413.8	24
-	22	773.2	393.8	24
-	23	773.2	373.8	24
-	24	773.2	353.8	24
-	25	773.2	333.8	24
-	26	773.2	313.8	24
-	27	773.2	293.8	24
-	28	773.2	273.8	24
-	29	773.2	253.8	24
-	30	773.2	233.8	24
-	31	773.2	213.8	24
-	32	773.2	193.8	24
-	33	773.2	173.8	24
-	34	773.2	153.8	24
-	35	773.2	133.8	24
-	36	-18.2	36.8	24
-	37	-34.6	33.2	24
-	38	-694.6	33.2	24
-	39	-701.8	46.0	24
-	40	-701.8	406.0	24
-	41	-692.6	416.8	24
-	42	-32.6	416.8	24
-	43	701.8	56.8	24
-	44	701.8	36.8	24
-	45	685.4	33.2	24
-	46	25.4	33.2	24
-	47	27.4	416.8	24
-	48	687.4	416.8	24
-	49	-774.4	6.8	24
-	50	765.6	6.8	24
-	51	-701.8	144.8	24
-	52	-701.8	164.8	24
-	53	-701.8	184.8	24
-	54	-701.8	204.8	24
-	55	-701.8	224.8	24
-	56	-701.8	244.8	24
-	57	-701.8	264.8	24
-	58	-701.8	284.8	24
-	59	-701.8	304.8	24
-	60	-701.8	324.8	24
-	61	-701.8	344.8	24
-	62	-701.8	364.8	24
-	63	-701.8	384.8	24
-	64	-701.8	104.8	24
-	65	-701.8	124.8	24
-	66	-701.8	84.8	24
-	67	-701.8	64.8	24
-	68	-773.2	59.0	24
-	69	-773.2	79.0	24
-	70	-773.2	99.0	24
-	71	-773.2	119.0	24
-	72	-773.2	19.0	24
-	73	-773.2	39.0	24

<b>PALTATORE:</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>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>					
<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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>55 di 83</b>

-	74	701.8	155.6	24
-	75	701.8	175.6	24
-	76	701.8	195.6	24
-	77	701.8	215.6	24
-	78	701.8	235.6	24
-	79	701.8	255.6	24
-	80	701.8	275.6	24
-	81	701.8	295.6	24
-	82	701.8	315.6	24
-	83	701.8	335.6	24
-	84	701.8	355.6	24
-	85	701.8	375.6	24
-	86	701.8	395.6	24
-	87	701.8	115.6	24
-	88	701.8	135.6	24
-	89	701.8	95.6	24
-	90	701.8	75.6	24
-	91	773.2	113.8	24
-	92	773.2	93.8	24
-	93	773.2	73.8	24
-	94	773.2	53.8	24
-	95	773.2	33.8	24
-	96	-674.6	33.2	24
-	97	-654.6	33.2	24
-	98	-634.6	33.2	24
-	99	-614.6	33.2	24
-	100	-594.6	33.2	24
-	101	-574.6	33.2	24
-	102	-554.6	33.2	24
-	103	-534.6	33.2	24
-	104	-514.6	33.2	24
-	105	-494.6	33.2	24
-	106	-474.6	33.2	24
-	107	-454.6	33.2	24
-	108	-434.6	33.2	24
-	109	-414.6	33.2	24
-	110	-394.6	33.2	24
-	111	-374.6	33.2	24
-	112	-354.6	33.2	24
-	113	-334.6	33.2	24
-	114	-314.6	33.2	24
-	115	-294.6	33.2	24
-	116	-294.6	33.2	24
-	117	-274.6	33.2	24
-	118	-254.6	33.2	24
-	119	-234.6	33.2	24
-	120	-214.6	33.2	24
-	121	-194.6	33.2	24
-	122	-174.6	33.2	24
-	123	-154.6	33.2	24
-	124	-134.6	33.2	24
-	125	-114.6	33.2	24
-	126	-94.6	33.2	24
-	127	-74.6	33.2	24
-	128	-54.6	33.2	24
-	129	-672.6	416.8	24
-	130	-652.6	416.8	24
-	131	-632.6	416.8	24
-	132	-612.6	416.8	24
-	133	-592.6	416.8	24
-	134	-572.6	416.8	24
-	135	-552.6	416.8	24
-	136	-532.6	416.8	24
-	137	-512.6	416.8	24
-	138	-492.6	416.8	24
-	139	-472.6	416.8	24
-	140	-452.6	416.8	24
-	141	-432.6	416.8	24
-	142	-412.6	416.8	24
-	143	-392.6	416.8	24

<b>PALTATORE:</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>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>					
<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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>56 di 83</b>

-	144	-372.6	416.8	24
-	145	-352.6	416.8	24
-	146	-332.6	416.8	24
-	147	-312.6	416.8	24
-	148	-292.6	416.8	24
-	149	-292.6	416.8	24
-	150	-272.6	416.8	24
-	151	-252.6	416.8	24
-	152	-232.6	416.8	24
-	153	-212.6	416.8	24
-	154	-192.6	416.8	24
-	155	-172.6	416.8	24
-	156	-152.6	416.8	24
-	157	-132.6	416.8	24
-	158	-112.6	416.8	24
-	159	-92.6	416.8	24
-	160	-72.6	416.8	24
-	161	-52.6	416.8	24
-	162	47.4	416.8	24
-	163	67.4	416.8	24
-	164	87.4	416.8	24
-	165	107.4	416.8	24
-	166	127.4	416.8	24
-	167	147.4	416.8	24
-	168	167.4	416.8	24
-	169	187.4	416.8	24
-	170	207.4	416.8	24
-	171	227.4	416.8	24
-	172	247.4	416.8	24
-	173	267.4	416.8	24
-	174	287.4	416.8	24
-	175	307.4	416.8	24
-	176	327.4	416.8	24
-	177	347.4	416.8	24
-	178	367.4	416.8	24
-	179	387.4	416.8	24
-	180	407.4	416.8	24
-	181	427.4	416.8	24
-	182	427.4	416.8	24
-	183	447.4	416.8	24
-	184	467.4	416.8	24
-	185	487.4	416.8	24
-	186	507.4	416.8	24
-	187	527.4	416.8	24
-	188	547.4	416.8	24
-	189	567.4	416.8	24
-	190	587.4	416.8	24
-	191	607.4	416.8	24
-	192	627.4	416.8	24
-	193	647.4	416.8	24
-	194	667.4	416.8	24
-	195	45.4	33.2	24
-	196	65.4	33.2	24
-	197	85.4	33.2	24
-	198	105.4	33.2	24
-	199	125.4	33.2	24
-	200	145.4	33.2	24
-	201	165.4	33.2	24
-	202	185.4	33.2	24
-	203	205.4	33.2	24
-	204	225.4	33.2	24
-	205	245.4	33.2	24
-	206	265.4	33.2	24
-	207	285.4	33.2	24
-	208	305.4	33.2	24
-	209	325.4	33.2	24
-	210	345.4	33.2	24
-	211	365.4	33.2	24
-	212	385.4	33.2	24
-	213	405.4	33.2	24







PALTATORE: <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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.A5.001</b>	<b>A</b>	<b>59 di 83</b>

- 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	35792.31	76111.08 (249035.92)	941.92 (3081.97)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	-2.4	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 [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	68579.79	250696.84	-11630.21	68580.06	289301.85	-26374.12	2.049	-----
2	S	67626.00	250741.74	-3053.57	67625.85	287826.89	-5713.49	1.939	-----
3	S	70420.80	254142.40	-10483.66	70420.77	292827.57	-22132.71	2.440	-----
4	S	69973.45	254997.58	1282.92	69973.40	292176.27	1322.55	2.738	-----
5	S	60623.38	237458.51	7729.44	60623.33	274276.39	20490.16	2.545	-----
6	S	60435.66	236241.12	14101.15	60435.60	273781.33	35382.93	2.696	-----
7	S	70359.75	253705.20	-12192.12	70360.01	292679.44	-26569.85	2.380	-----
8	S	69912.39	254926.25	-937.93	69912.45	292296.78	-2451.57	2.665	-----
9	S	55981.09	228125.23	-13229.20	55980.83	265165.51	-38451.15	2.248	-----
10	S	55027.30	227677.90	-4499.85	55027.44	263521.19	-15745.46	2.105	-----
11	S	57822.11	231552.19	-12063.01	57821.99	268741.00	-34994.18	2.774	-----
12	S	57374.75	232325.97	-4566.12	57374.97	268096.61	-9425.20	3.209	-----
13	S	48024.69	215272.29	5897.87	48024.86	250052.85	13363.16	2.958	-----
14	S	47836.97	214096.24	10789.48	47837.12	249571.91	29955.55	3.184	-----
15	S	57822.11	231552.19	-12063.01	57821.99	268741.00	-34994.18	2.774	-----
16	S	57374.75	232325.97	-4566.12	57374.97	268096.61	-9425.20	3.209	-----
17	S	45369.52	207323.17	-24127.00	45369.46	244182.09	-75372.99	1.103	-----
18	S	42254.17	201644.79	-23884.33	42254.45	238075.33	-77074.05	1.146	-----

#### 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
1	0.00350	-0.01013	-780.0	450.0	0.00302	-757.4	443.2	-0.02782	765.6
6.8	0.00350	-0.01161	-780.0	450.0	0.00297	-757.4	443.2	-0.03122	765.6
6.8	0.00350	-0.01001	-780.0	450.0	0.00302	-757.4	443.2	-0.02755	765.6

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>			PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>60 di 83</b>

6.8										
-	4	0.00350	-0.01137	-780.0	450.0	0.00298	-757.4	443.2	-0.03066	765.6
6.8										
-	5	0.00350	-0.01197	780.0	450.0	0.00296	762.6	443.2	-0.03206	-774.4
6.8										
-	6	0.00350	-0.01122	780.0	450.0	0.00298	762.6	443.2	-0.03033	-774.4
6.8										
-	7	0.00350	-0.00978	-780.0	450.0	0.00303	-757.4	443.2	-0.02703	765.6
6.8										
-	8	0.00350	-0.01130	-780.0	450.0	0.00298	-757.4	443.2	-0.03052	765.6
6.8										
-	9	0.00350	-0.01170	-780.0	450.0	0.00296	-757.4	443.2	-0.03144	765.6
6.8										
-	10	0.00350	-0.01305	-780.0	450.0	0.00292	-757.4	443.2	-0.03454	765.6
6.8										
-	11	0.00350	-0.01157	-780.0	450.0	0.00297	-757.4	443.2	-0.03114	765.6
6.8										
-	12	0.00350	-0.01316	-780.0	450.0	0.00291	-757.4	443.2	-0.03479	765.6
6.8										
-	13	0.00350	-0.01448	780.0	450.0	0.00287	762.6	443.2	-0.03783	-774.4
6.8										
-	14	0.00350	-0.01353	780.0	450.0	0.00290	762.6	443.2	-0.03564	-774.4
6.8										
-	15	0.00350	-0.01157	-780.0	450.0	0.00297	-757.4	443.2	-0.03114	765.6
6.8										
-	16	0.00350	-0.01316	-780.0	450.0	0.00291	-757.4	443.2	-0.03479	765.6
6.8										
-	17	0.00350	-0.01157	-780.0	450.0	0.00297	-757.4	443.2	-0.03115	765.6
6.8										
-	18	0.00350	-0.01195	-780.0	450.0	0.00296	-757.4	443.2	-0.03202	765.6
6.8										

**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	-0.00000382	0.000069339	-0.027999927	----	----
2	-0.00000063	0.000078120	-0.031703472	----	----
3	-0.00000330	0.000068901	-0.027762648	----	----
4	-0.00000009	0.000077049	-0.031179405	----	----
5	0.00000258	0.000079334	-0.032401681	----	----
6	0.00000439	0.000074800	-0.030502804	----	----
7	-0.00000396	0.000067506	-0.027186938	----	----
8	-0.00000055	0.000076575	-0.031001432	----	----
9	-0.00000488	0.000077130	-0.031589103	----	----
10	-0.00000200	0.000085139	-0.034969103	----	----
11	-0.00000456	0.000076561	-0.031308172	----	----
12	-0.00000088	0.000086097	-0.035312424	----	----
13	0.00000146	0.000092739	-0.038346670	----	----
14	0.00000375	0.000087003	-0.035944309	----	----
15	-0.00000456	0.000076561	-0.031308172	----	----
16	-0.00000088	0.000086097	-0.035312424	----	----
17	-0.00000887	0.000075084	-0.030979573	----	----
18	-0.00000914	0.000076967	-0.031848179	----	----

**COMBINAZIONI RARE 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

<b>PALTATORE:</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>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>								
<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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>61 di 83</b>			

		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	5.10	-695.0	410.0	-53.2	765.6	6.8	24664	325.7	21.7	1.00
2	S	5.13	-695.0	410.0	-65.7	765.6	6.8	33663	330.2	21.7	1.00
3	S	4.60	-695.0	410.0	-19.5	765.6	6.8	27327	325.7	21.7	1.00
4	S	4.22	-25.0	410.0	-5.9	-774.4	6.8	29786	330.2	12.3	1.00
5	S	4.02	-25.0	410.0	-22.7	-774.4	6.8	21407	312.1	12.3	1.00
6	S	3.88	-25.0	410.0	-16.6	-774.4	6.8	13329	194.5	12.3	1.00
7	S	4.60	-695.0	410.0	-19.5	765.6	6.8	27327	325.7	21.7	1.00
8	S	4.22	-25.0	410.0	-5.9	-774.4	6.8	29786	330.2	12.3	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI 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	4.58	-25.0	410.0	-43.0	-774.4	6.8	33779	330.2	12.3	1.00
2	S	4.69	-25.0	410.0	-55.7	-774.4	6.8	26995	330.2	12.3	1.00
3	S	4.22	-25.0	410.0	-18.0	-774.4	6.8	29954	330.2	12.3	1.00
4	S	3.98	-25.0	410.0	-8.8	-774.4	6.8	17030	248.8	12.3	1.00

**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; $-(e1 + e2)/(2*e1)$ 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											
Psi	= $1 - \text{Beta}12^2 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12^2 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12^2 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]											
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi											
srm	Distanza media tra le fessure [mm]											
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * srm$ . 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	-1.0	0	0.125	24	44	-8.1410.00009 (0.00009)	235	0.034 (0.20)	281988.18	274.55	
2	S	-1.2	0	0.125	24	44	-5.1290.00011 (0.00011)	211	0.040 (0.20)	240814.12	13490.26	
3	S	-0.6	0	0.125	24	44	-24.2720.00004 (0.00004)	221	0.014 (0.20)	410387.81	12829.90	
4	S	-0.4	0	0.125	24	44	-47.5980.00002 (0.00002)	195	0.006 (0.20)	517858.16	53836.91	

**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	3.66	-25.0	410.0	-43.4	-774.4	6.8	32922	330.2	12.3	0.50

**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	-0.9	0	0.125	24	44	-4.3530.00009 (0.00009)	232	0.034 (0.20)	249035.92	3081.97	

PALTATORE: Mandataria: <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> <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: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	62 di 83

Di seguito si riportano le verifiche a taglio nelle due direzioni principali:

**Taglio in direzione longitudinale: 2+2+2 Ø16/10**

<b>SEZIONE</b> <table border="1"> <tr><td>b<sub>w</sub></td><td>=</td><td>220</td><td>cm</td></tr> <tr><td>h</td><td>=</td><td>450</td><td>cm</td></tr> <tr><td>c</td><td>=</td><td>5</td><td>cm</td></tr> <tr><td>d</td><td>=</td><td>h-c</td><td>= 445 cm</td></tr> </table>				b <sub>w</sub>	=	220	cm	h	=	450	cm	c	=	5	cm	d	=	h-c	= 445 cm	<b>IPOTESI 1</b> Cot ϕ = 2    ϕ = 21,8°															
b <sub>w</sub>	=	220	cm																																
h	=	450	cm																																
c	=	5	cm																																
d	=	h-c	= 445 cm																																
<b>MATERIALI</b> <table border="1"> <tr><td>f<sub>ywd</sub></td><td>=</td><td>391.30</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>R<sub>ck</sub></td><td>=</td><td>40</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>γ<sub>c</sub></td><td>=</td><td>1.5</td><td></td></tr> <tr><td>f<sub>ck</sub></td><td>=</td><td>0.83xR<sub>ck</sub></td><td>= 33.2 MPa</td></tr> <tr><td>f<sub>cd</sub></td><td>=</td><td>0.85xf<sub>ck</sub>/γ<sub>c</sub></td><td>= 18.81 MPa</td></tr> </table>				f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa	R <sub>ck</sub>	=	40	MPa	γ <sub>c</sub>	=	1.5		f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa	f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa	<b>Armatura trasversale</b> $V_{Rsd} = 47264.85 \text{ (KN)}$ $V_{Rcd} = 28580.05 \text{ (KN)}$ $V_{Rd} = 28580.05 \text{ (KN)}$ $\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$											
f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa																																
R <sub>ck</sub>	=	40	MPa																																
γ <sub>c</sub>	=	1.5																																	
f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa																																
f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa																																
<b>ARMATURE A TAGLIO</b> <table border="1"> <tr><td>Ø<sub>st</sub></td><td>=</td><td>16</td><td></td></tr> <tr><td>braccia</td><td>=</td><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>Ø<sub>st2</sub></td><td>=</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>braccia</td><td>=</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>passo</td><td>=</td><td>10</td><td>cm</td></tr> <tr><td>(A<sub>sw</sub> / s)</td><td>=</td><td>120.637</td><td>cm<sup>2</sup> / m</td></tr> <tr><td>α</td><td>=</td><td>90</td><td>° (90° staffe verticali)</td></tr> </table>				Ø <sub>st</sub>	=	16		braccia	=	6		Ø <sub>st2</sub>	=			braccia	=			passo	=	10	cm	(A <sub>sw</sub> / s)	=	120.637	cm <sup>2</sup> / m	α	=	90	° (90° staffe verticali)	<b>IPOTESI 2</b> Cot ϕ = 1    ϕ = 45° <b>Armatura trasversale</b> $V_{Rsd} = 18905.94 \text{ (KN)}$ $V_{Rcd} = 41441.07 \text{ (KN)}$ $V_{Rd} = 18905.94 \text{ (KN)}$ $\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$			
Ø <sub>st</sub>	=	16																																	
braccia	=	6																																	
Ø <sub>st2</sub>	=																																		
braccia	=																																		
passo	=	10	cm																																
(A <sub>sw</sub> / s)	=	120.637	cm <sup>2</sup> / m																																
α	=	90	° (90° staffe verticali)																																
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b> <table border="1"> <tr><td>Ø<sub>l</sub></td><td>=</td><td>26</td><td></td></tr> <tr><td>Numero</td><td>=</td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>A<sub>sl</sub></td><td>=</td><td>26.546</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr> </table>				Ø <sub>l</sub>	=	26		Numero	=	5		A <sub>sl</sub>	=	26.546	cm <sup>2</sup>	<b>IPOTESI 3</b> Cot ϕ in cui V <sub>Rsd</sub> =V <sub>f</sub> : Rottura bilanciata cot(θ) = 1.84 (calcolato)    cot(θ) = 1.84 (limitato) θ = 28.53 ° $V_{Rsd} = 34778.30 \text{ (KN)}$ $V_{Rcd} = 34778.30 \text{ (KN)}$ $V_{Rd} = 34778.30 \text{ (KN)}$																			
Ø <sub>l</sub>	=	26																																	
Numero	=	5																																	
A <sub>sl</sub>	=	26.546	cm <sup>2</sup>																																
<b>TAGLIO AGENTE</b> V <sub>Ed</sub> = 22745 (KN)				<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b> V <sub>Rd</sub> = 34778 (KN)																															
<b>SFORZO NORMALE</b> N <sub>Ed</sub> = 0 (KN)																																			

PALTATORE: Mandataria: <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: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	63 di 83

Taglio in direzione trasversale: 2+2 Ø16/10

<b>SEZIONE</b> <table border="1"> <tr><td>b<sub>w</sub></td><td>=</td><td>80</td><td>cm</td></tr> <tr><td>h</td><td>=</td><td>1560</td><td>cm</td></tr> <tr><td>c</td><td>=</td><td>5</td><td>cm</td></tr> <tr><td>d</td><td>=</td><td>h-c</td><td>= 1555 cm</td></tr> </table>				b <sub>w</sub>	=	80	cm	h	=	1560	cm	c	=	5	cm	d	=	h-c	= 1555 cm	<b>IPOTESI 1</b> <b>Cot φ = 2   φ = 21,8°</b> <b>Armatura trasversale</b> $V_{Rsd} = 110107.63 \text{ (KN)}$ $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{sd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$ $V_{Rcd} = 36316.22 \text{ (KN)}$ $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$ $V_{Rd} = 36316.22 \text{ (KN)}$ $\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$															
b <sub>w</sub>	=	80	cm																																
h	=	1560	cm																																
c	=	5	cm																																
d	=	h-c	= 1555 cm																																
<b>MATERIALI</b> <table border="1"> <tr><td>f<sub>ywd</sub></td><td>=</td><td>391.30</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>R<sub>ck</sub></td><td>=</td><td>40</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>γ<sub>c</sub></td><td>=</td><td>1.5</td><td></td></tr> <tr><td>f<sub>ck</sub></td><td>=</td><td>0.83xR<sub>ck</sub></td><td>= 33.2 MPa</td></tr> <tr><td>f<sub>cd</sub></td><td>=</td><td>0.85xf<sub>ck</sub>/γ<sub>c</sub></td><td>= 18.81 MPa</td></tr> </table>				f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa	R <sub>ck</sub>	=	40	MPa	γ <sub>c</sub>	=	1.5		f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa	f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa	<b>IPOTESI 2</b> <b>Cot φ = 1   φ = 45°</b> <b>Armatura trasversale</b> $V_{Rsd} = 44043.05 \text{ (KN)}$ $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{sd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$ $V_{Rcd} = 52658.52 \text{ (KN)}$ $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$ $V_{Rd} = 44043.05 \text{ (KN)}$ $\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$											
f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa																																
R <sub>ck</sub>	=	40	MPa																																
γ <sub>c</sub>	=	1.5																																	
f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa																																
f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa																																
<b>ARMATURE A TAGLIO</b> <table border="1"> <tr><td>Ø<sub>st</sub></td><td>=</td><td>16</td><td></td></tr> <tr><td>braccia</td><td>=</td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>Ø<sub>st2</sub></td><td>=</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>braccia</td><td>=</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>passo</td><td>=</td><td>10</td><td>cm</td></tr> <tr><td>(A<sub>sw</sub> / s)</td><td>=</td><td>80.425</td><td>cm<sup>2</sup> / m</td></tr> <tr><td>α</td><td>=</td><td>90</td><td>° (90° staffe verticali)</td></tr> </table>				Ø <sub>st</sub>	=	16		braccia	=	4		Ø <sub>st2</sub>	=			braccia	=			passo	=	10	cm	(A <sub>sw</sub> / s)	=	80.425	cm <sup>2</sup> / m	α	=	90	° (90° staffe verticali)	<b>IPOTESI 3</b> <b>Cot φ in cui VRsd=Vf:Rottura bilanciata</b> cot(θ) = 1.18 (calcolato)    cot(θ) = 1.18 (limitato) θ = 40.29 ° $V_{Rsd} = 51948.95 \text{ (KN)}$ $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{sd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$ $V_{Rcd} = 51948.95 \text{ (KN)}$ $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$ $V_{Rd} = 51948.95 \text{ (KN)}$			
Ø <sub>st</sub>	=	16																																	
braccia	=	4																																	
Ø <sub>st2</sub>	=																																		
braccia	=																																		
passo	=	10	cm																																
(A <sub>sw</sub> / s)	=	80.425	cm <sup>2</sup> / m																																
α	=	90	° (90° staffe verticali)																																
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b> <table border="1"> <tr><td>Ø<sub>l</sub></td><td>=</td><td>26</td><td></td></tr> <tr><td>Numero</td><td>=</td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>A<sub>sl</sub></td><td>=</td><td>26.546</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr> </table>				Ø <sub>l</sub>	=	26		Numero	=	5		A <sub>sl</sub>	=	26.546	cm <sup>2</sup>	<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b> $V_{Rd} = 51949 \text{ (KN)}$																			
Ø <sub>l</sub>	=	26																																	
Numero	=	5																																	
A <sub>sl</sub>	=	26.546	cm <sup>2</sup>																																
<b>TAGLIO AGENTE</b> V <sub>Ed</sub> = 9106 (KN)		<b>SFORZO NORMALE</b> N <sub>Ed</sub> = 0 (KN)																																	

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>				PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>64 di 83</b>

## 11 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE FONDAZIONE

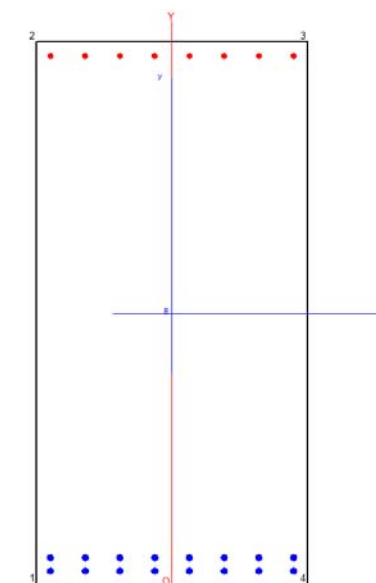
### 11.1 VERIFICA PLATEA DI FONDAZIONE

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

Solettone di fondazione		Comb	N	M <sub>long</sub>	M <sub>trasv</sub>	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	ARMATURA		
Sp=2.50m		[-]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Armatura taglio
SLV	SLU	SLU-Gr.3-MaxML (P)	0	4640	3770	5000	4000	Arm. tesa	Arm. tesa	1Ø16/40x40
	SLV	SLV-0.3EL+ET	0	6000	5000	10000	9500	1+1Ø26/12.5	1+1Ø24/12.5	
SLE	RARA	SLE-C-Gr.1(P)	0	1200	1000	-	-	Arm.	Arm.	
	FREQ	SLE-F-Gr.3-1SW/2	-	3900	3000	-	-	Compressa	Compressa	
	QPERM	SLE-QP	-	3200	2600	-	-	1Ø20/12.5	1Ø20/12.5	

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

#### 11.1.1 Verifica dell'armatura longitudinale





PALTATORE: <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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.A5.001</b>	<b>A</b>	<b>65 di 83</b>

- CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

	Forma del Dominio:	Poligonale	
	Classe Conglomerato:	C28/35	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]	
1	-50.0	0.0	
2	-50.0	250.0	
3	50.0	250.0	
4	50.0	0.0	

- DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.7	5.3	26
2	-44.7	244.7	26
3	44.7	244.7	26
4	44.7	5.3	26
5	44.7	10.0	26
6	-44.7	10.0	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	1	4	6	26	
2	2	3	6	20	
3	5	6	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	0.00	4640.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.00	6000.00	0.00	0.00	0.00

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

	N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
	Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
	My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My	
1	0.00	1200.00	0.00	

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

<b>PALTATORE:</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>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>					
<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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>66 di 83</b>

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	3900.00 (3584.54)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	3200.00 (3584.54)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.1 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 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	7318.87	0.00	0.00	7847.67	0.00	1.691	84.9(40.0)
2	S	0.00	7318.87	0.00	0.00	7847.67	0.00	1.308	84.9(40.0)

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

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max
1	0.00350	-0.01951	-50.0	250.0	0.00236	-44.7	244.7	-0.04906	-44.7
2	0.00350	-0.01951	-50.0	250.0	0.00236	-44.7	244.7	-0.04906	-44.7

<b>PALTATORE:</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>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>						
<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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>67 di 83</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	0.000214776	-0.050193987	0.067	0.700
2	0.000000000	0.000214776	-0.050193987	0.067	0.700

**COMBINAZIONI RARE 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	1.50	50.0	250.0	-64.2	-31.9	5.3	2350	84.9	4.7	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI 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	4.88	50.0	250.0	-208.6	-31.9	5.3	2350	84.9	4.7	1.00

**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;  $= (e1 + e2)/(2 * e1)$  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  
Psi      =  $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
e sm      Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 * Ss/Es$  è tra parentesi  
srm      Distanza media tra le fessure [mm]  
wk      Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e * srm$ . 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	-3.1	0	0.125	26	40	0.1550.00042 (0.00042)		125	0.089 (0.20)	3584.54	0.00

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

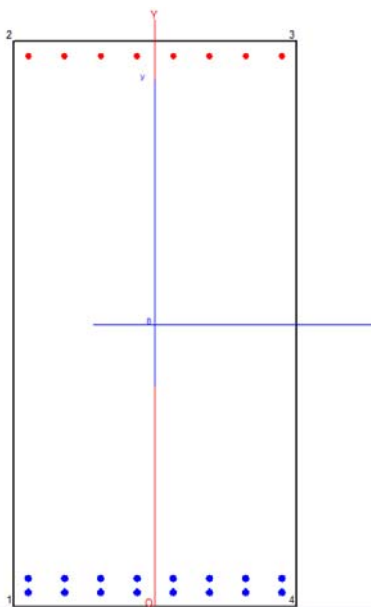
N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.00	50.0	250.0	-171.2	-44.7	5.3	2350	84.9	4.7	0.50

**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	-2.5	0	0.125	26	40	0.3730.00034 (0.00034)		125	0.073 (0.20)	3584.54	0.00

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>68 di 83</b>

### 11.1.2 Verifica dell'armatura trasversale



#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	250.0
3	50.0	250.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.8	5.2	24
2	-44.8	244.8	24
3	44.8	244.8	24
4	44.8	5.2	24
5	-44.8	10.0	24
6	44.8	10.0	24

#### 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	1	4	6	24

PALTATORE: <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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.A5.001</b>	<b>A</b>	<b>69 di 83</b>

-	2	2	3	6	20
-	3	5	6	6	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
-	1	0.00	3770.00	0.00	0.00	0.00
-	2	0.00	5000.00	0.00	0.00	0.00

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

-		N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
-		Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
-		My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
-	N°Comb.	N	Mx	My		
-	1	0.00	1000.00	0.00		

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

-		N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
-		Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
-		My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
-	N°Comb.	N	Mx	My		
-	1	0.00	3000.00 (3499.40)	0.00 (0.00)		

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

-		N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
-		Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
-		My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
-	N°Comb.	N	Mx	My		
-	1	0.00	2600.00 (3499.40)	0.00 (0.00)		

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.4	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)

PALTATORE: <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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.01.A5.001</b>	<b>A</b>	<b>70 di 83</b>

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	0.00	6276.93	0.00	0.00	6714.03	0.00	1.781	72.4	(40.0)	
2	S	0.00	6276.93	0.00	0.00	6714.03	0.00	1.343	72.4	(40.0)	

#### 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		
1	0.00350	-0.02521	-50.0	250.0	0.00211	-44.8	244.8	-0.06211	-44.8		
5.2											
2	0.00350	-0.02521	-50.0	250.0	0.00211	-44.8	244.8	-0.06211	-44.8		
5.2											

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

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.										
x/d	Rapp. di duttilità 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	0.00000000	0.000267996	-0.063498973	0.053	0.700						
2	0.00000000	0.000267996	-0.063498973	0.053	0.700						

#### COMBINAZIONI RARE 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	1.33	50.0	250.0	-62.4	32.0	5.2	2200	72.4	4.8	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	3.99	50.0	250.0	-187.2	-19.2	5.2	2200	72.4	4.8	1.00



PALTATORE: Mandataria: <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: Mandataria: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>72 di 83</b>

SEZIONE			
b <sub>w</sub>	=	100	cm
h	=	250	cm
c	=	5	cm
d	=	h-c	= 245 cm
MATERIALI			
f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa
R <sub>ck</sub>	=	40	MPa
γ <sub>c</sub>	=	1.5	
f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa
f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
θ <sub>st</sub>	=	16	
braccia	=	2.5	
θ <sub>st2</sub>	=		
braccia	=		
passo	=	40	cm
(A <sub>sw</sub> / s)	=	12.566	cm <sup>2</sup> / m
α	=	90	° (90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
φ	=	26	
Numero	=	5	
A <sub>sl</sub>	=	26.546	cm <sup>2</sup>
TAGLIO AGENTE	V <sub>Ed</sub> =	2500	(KN)
SFORZO NORMALE	N <sub>Ed</sub> =	0	(KN)

<b>IPOTESI 1</b>		Cot φ = 2 φ = 21,8°	
<b>Armatura trasversale</b>			
V <sub>Rsd</sub> =	2710.65 (KN)	$0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$	
V <sub>Rcd</sub> =	7152.31 (KN)	$0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sl}}{s} \cdot f_{cd} \cdot \cot \theta$	
V <sub>Rd</sub> =	2710.65 (KN)	min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )	
<b>IPOTESI 2</b>		Cot φ = 1 φ = 45°	
<b>Armatura trasversale</b>			
V <sub>Rsd</sub> =	1084.26 (KN)	$0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$	
V <sub>Rcd</sub> =	10370.85 (KN)	$0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sl}}{s} \cdot f_{cd} \cdot \cot \theta$	
V <sub>Rd</sub> =	1084.26 (KN)	min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )	
<b>IPOTESI 3</b>		Cot φ in cui V <sub>Rsd</sub> =V <sub>f</sub> :Rottura bilanciata	
cot(θ) =	4.26 (calcolato)	cot(θ) =	2.50 (limitato)
θ =	13.22 °		
V <sub>Rsd</sub> =	4616.68 (KN)	$0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$	
V <sub>Rcd</sub> =	4616.68 (KN)	$0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sl}}{s} \cdot f_{cd} \cdot \cot \theta$	
V <sub>Rd</sub> =	4616.68 (KN)		
<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>			
V <sub>Rd</sub> =	2711 (KN)		



PALTATORE: Mandataria: <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> <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: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	73 di 83

**VERIFICA A PUNZONAMENTO PIASTRE EC2 - UNI EN 1992-1-1**

DATI COLONNA					
D	=	2000	mm	Diametro palo	
Hp (piastra)	=	2500	mm		
cx (copriferro asse)	=	53	mm		
cy (copriferro asse)	=	79	mm		
dx	=	Hp-cx	=	2447	mm
dy	=	Hp-cy	=	2421	mm
d <sub>eff</sub> (altezza utile media)	=	(dx+dy)/2	=	2434	mm
u	=	$2\pi((D/2)+2d_{eff})$	=	36870	mm

**TIPOLOGIA PILASTRO**

UBICAZIONE		A
$\beta_1$	=	1.5

**MATERIALI**

$f_{ywd}$	=	391.30	MPa	acciaio	
$R_{ck}$	=	35	MPa	cls	
$\gamma_c$	=	1.5			
$\hat{f}_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	29.05	MPa
$\hat{f}_{cd}$	=	$0.85 \times \hat{f}_{ck} / \gamma_c$	=	16.46	MPa
$\hat{f}_{ctm}$	=	$0.3 \times (\hat{f}_{ck})^{2/3}$	=	2.83	MPa
$\hat{f}_{ctk}$	=	$0.7 \times \hat{f}_{ctm}$	=	1.98	MPa
$\hat{f}_{ctd}$	=	$\hat{f}_{ctk} / \gamma_c$	=	1.32	MPa

**ARMATURE LONGITUDINALI PER FLESSIONE PRESENTI NELLA PIASTRA**

$\phi_x$	=	26	mm	diametro barre X
Numero arm x	=	8	1/m	numero barre X a ml
$A_{s1x}$	=	4247.43	mm <sup>2</sup> /m	area barre X a ml
leff <sub>y</sub>	=	16.60	m	larghezza efficace dir Y
$A_{s1x}$	=	70524.38	mm <sup>2</sup>	acciaio X nella larghezza efficace
$\phi_y$	=	20	mm	diametro barre Y
Numero arm y	=	8	1/m	numero barre Y a ml
$A_{s1y}$	=	2513.27	mm <sup>2</sup> /m	area barre Ya ml
leff <sub>x</sub>	=	16.60	mm	larghezza efficace dir X
$A_{s1y}$	=	41730.40	mm <sup>2</sup>	acciaioY nella larghezza efficace

**SOLLECITAZIONE DI CALCOLO**

SFORZO NORMALE PALO	$V_{Ed} =$	13500	(KN)
---------------------	------------	-------	------

**TENSIONE TANGENZIALE DI CALCOLO**

tensione tangenziale	$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_1 \cdot d)$	0.23	Mpa
----------------------	---	------	-----

**TENSIONE TANGENZIALE LIMITE SENZA ARMATURA**

$V_{Rd,c}$	=	0.24	(MPa)	$V_{min+0.15 \cdot s_{cp}} =$	0.28	(MPa)
$V_{Rd,c}$	=	<b>0.28</b>	(MPa)	resistenza a taglio cls non armato		
Esito verifica	=	<b>Verifica positiva</b>				

PALTATORE: <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>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>				PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>74 di 83</b>

## 11.2 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE

Si riportano a seguire le sollecitazioni agenti:

Pali di fondazione $\phi 2000$		Comb	$N_{min}$	$N_{max}$	M	T
		[-]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]
SLV	SLU	SLU-Gr.1(P)	11382	3057	1694.6	458
	SLV	SLV-0.3EL+ET	12810	-2600	4588	1240
SLE	RARA	SLE-C-Gr.1(P)	3190	-450	388.5	105
	FREQ	SLE-F-Gr.3-1SW/2	3190	-450	447.7	121
	QPERM	SLE-QP	6500	2780	259	70

### 11.2.1 Verifiche a pressoflessione e taglio

Il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente  $\alpha$  (espresso in metri), dipendente dalle caratteristiche di rigidezza relative palo-terreno e dall'eventuale liquefacibilità del suolo. Generalmente, la sua applicazione fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Per la spalla in esame  $\alpha$  è pari a 3.7 Di seguito il diagramma del momento adimensionale del palo della fondazione in esame.

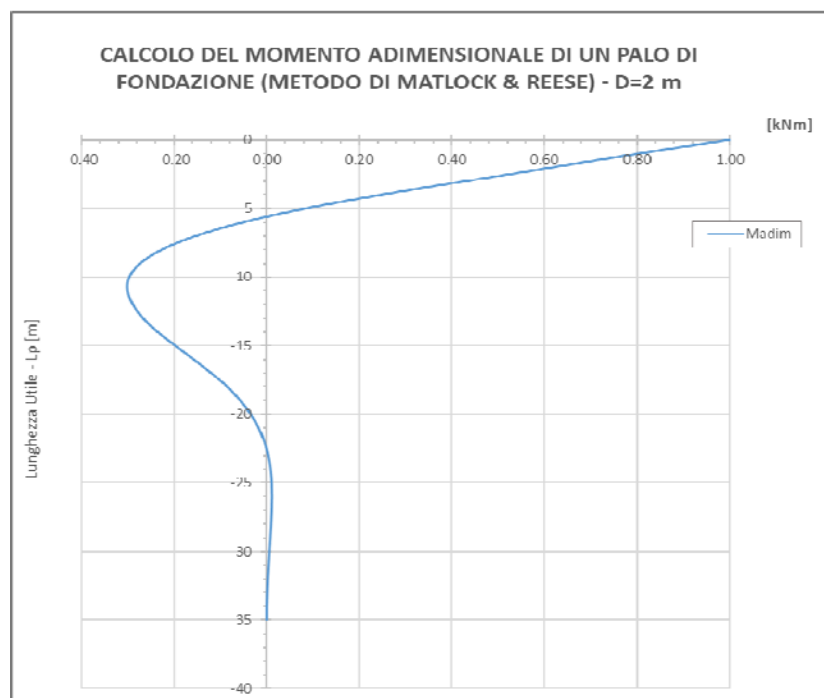


Figura 16: Diagramma del Momento adimensionale lungo il palo

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">PROGETTO</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">PAGINA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1M</td> <td style="text-align: center;">0.0.E.ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI.01.A5.001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">75 di 83</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	75 di 83
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	75 di 83								

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

I pali saranno armati con un doppio strato di 60+60 Ø26 e con una spirale Ø16/10.

Tale armatura costituisce la prima gabbia di armatura del palo e si estende per 15 metri a partire dalla testa del palo. Le successive gabbie di armatura potranno essere realizzate con un'armatura verticale pari 30 Ø20, superiore al valore minimo previsto dalla normativa pari a 0.3% dell'area di calcestruzzo.

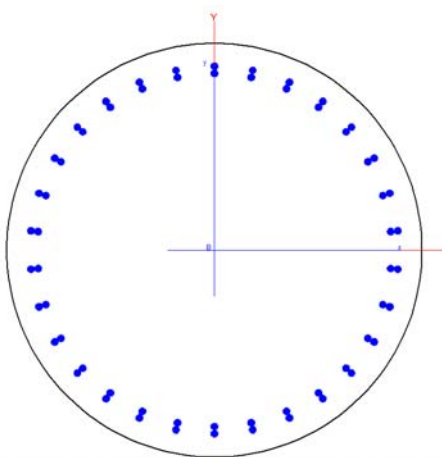
Di seguito si riporta a titolo esemplificativo

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

ARMATURA		
Armatura 1	Armatura 2	Armatura taglio
60+60Ø26	30Ø20	1Ø16/10

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

<b>PALTATORE:</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>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>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>76 di 83</b>



#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 100.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	91.6	30	26
2	0.0	0.0	89.0	30	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 16 mm  
Passo staffe: 10.0 cm  
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

#### 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	11382.00	2244.00	0.00	0.00	458.00
2	13255.00	6076.00	0.00	0.00	1240.00
3	3057.00	2244.00	0.00	0.00	458.00
4	-3000.00	6076.00	0.00	0.00	1240.00

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

<b>PALTATORE:</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>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>					
<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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>77 di 83</b>

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	3190.00	592.00 (0.00)	0.00 (0.00)
2	-450.00	592.00 (2081.03)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	16.0	cm
Copriferro netto minimo staffe:	5.5	cm

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

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	11382.00	12195.58	0.00	11381.97	14459.88	0.00	6.444	-----
2	S	13255.00	12914.74	0.00	13255.13	14862.62	0.00	2.446	-----
3	S	3057.00	8330.03	0.00	3057.21	11334.75	0.00	5.051	-----
4	S	-3000.00	4819.61	0.00	-2999.98	7757.05	0.00	1.277	223.0(46.5)

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

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max
1	0.00350	-0.00014	0.0	100.0	0.00314	0.0	91.6	-0.00464	0.0
2	0.00350	0.00010	0.0	100.0	0.00317	0.0	91.6	-0.00410	0.0
3	0.00350	-0.00199	0.0	100.0	0.00296	0.0	91.6	-0.00878	0.0
4	0.00350	-0.00535	0.0	100.0	0.00263	0.0	91.6	-0.01629	0.0

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

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

<b>PALTATORE:</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>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>					
<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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>78 di 83</b>

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000042497	-0.000749718	----	----
2	0.000000000	0.000039665	-0.000466547	----	----
3	0.000000000	0.000064076	-0.002907611	----	----
4	0.000000000	0.000103304	-0.006830391	----	----

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

Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

N° Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	0.00	8336.88	11654.11	165.0	183.9	21.80°	1.250	0.0	80.2(0.0)
2	S	0.00	8354.80	11633.03	164.7	184.7	21.80°	1.250	0.0	80.2(0.0)
3	S	0.00	6848.97	11941.20	169.1	172.5	21.80°	1.069	0.0	80.2(0.0)
4	S	0.00	5737.47	12438.31	176.1	148.2	21.80°	1.000	0.0	80.2(0.0)

**COMBINAZIONI FREQUENTI 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	1.49	0.0	0.0	4.9	0.0	-91.6	----	----	----	----
2	S	0.94	0.0	0.0	-51.0	0.0	-91.6	2002	53.1	2.6	1.00

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

Ver.	Descrizione
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
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss)^2 = 1-Beta12*(fctm/S2)^2 = 1-Beta12*(Mfess/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*Ss/Es è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi



PALTATORE: <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>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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.01.A5.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>80 di 83</b>

## 11.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 11.3.1 Verifiche di capacità portante

In accordo con le curve di capacità portante ottenute per il viadotto in esame (riportate al paragrafo dedicato), nelle seguenti tabelle si riportano le lunghezze dei pali utilizzate per la spalla S1 e la sintesi delle verifiche geotecniche.

Agli SLE si è verificato che il rapporto tra la resistenza laterale e il carico assiale in combinazione caratteristica risulti maggiore di 1.25, come prescritto dalla normativa ferroviaria.

Elemento		FONDAZIONE				SFORZI NEI PALI		
Opera	Elem.	Condizione terreno	D <sub>pali</sub> [m]	N <sub>pali</sub> [-]	L <sub>pali</sub> [m]	Combinazione	N <sub>min</sub> [kN]	Q <sub>d,c</sub> [kN]
VI03	P11	Liquefacibile	2	12	40	SLU-Gr.1(P)	12810	12825

Elemento		FONDAZIONE				SFORZI NEI PALI			
Opera	Elem.	Condizione terreno	D <sub>pali</sub> [m]	N <sub>pali</sub> [-]	L <sub>pali</sub> [m]	Combinazione	N <sub>min</sub> [kN]	QI [kN]	QI/N <sub>min</sub> [-]
VI03	P11	Liquefacibile	2	12	40	SLE-C-Gr.1(P)	6500	10936	1.68

Per la verifica a trazione si ottiene:

Elemento		FONDAZIONE				SFORZI NEI PALI		
Opera	Elem.	Condizione terreno	D <sub>pali</sub> [m]	N <sub>pali</sub> [-]	L <sub>pali</sub> [m]	Combinazione	N <sub>min</sub> [kN]	Q <sub>d,c</sub> [kN]
VI03	P11	Liquefacibile	2	12	40	SLU-Gr.1(P)	-2600	7969

### 11.3.2 Valutazione dei cedimenti in fondazione

Per la valutazione dei cedimenti in fondazione si rimanda alla relazione geotecnica di calcolo per le fondazioni dei viadotti.



PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	81 di 83

### 11.3.3 Verifiche del carico limite orizzontale

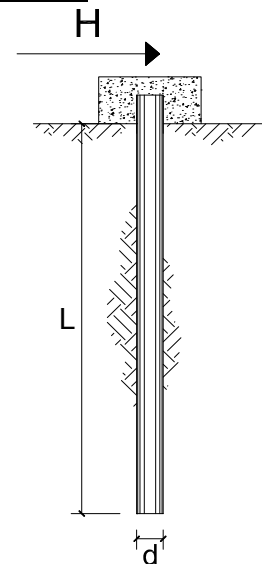
Per i pali di fondazione da realizzare nei terreni non suscettibili ai fenomeni di liquefazione, le verifiche di capacità portante laterale dei pali di fondazione vengono eseguite secondo la consolidata metodologia di Broms (1964) per terreni incoerenti sotto falda attraverso un apposito foglio di calcolo. Per tutti i pali si configura l'ipotesi di palo lungo. Le verifiche, riportate nelle pagine seguenti, risultano soddisfatte.

#### CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

**OPERA:** VI-03-P11

**TEORIA DI BASE:**

(Broms, 1964)



coefficienti parziali			A		M	R	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\phi'}$	$\gamma_T$	
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
SLU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.30	
	SISMA	●	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88			○	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista			○	1.30	1.50	1.25	1.00

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

Palo corto:      
$$H = 1.5k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio:      
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo:      
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left( 3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2}$$

PALTATORE: Mandataria: <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> <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: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Pila tipo A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - Relazione di calcolo</b>		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	82 di 83

### DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	40.00	(m)		
Diametro del palo	d =	2.00	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y =$	25000.00	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	$\varphi'_{med} =$	30.00	(°)	$\varphi'_{min} =$	30.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d} =$	30.00	(°)	$\varphi'_{min,d} =$	30.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1 + \sin\varphi') / (1 - \sin\varphi')$ )	$k_{p,med} =$	3.00	(-)	$k_{p,min} =$	3.00 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ )	$\gamma =$	16.00	(kN/m <sup>3</sup> )		
Carico Orizzontale:	G =	1240	(kN)		

#### Palo corto:

$$H1_{med} = 230400.00 \text{ (kN)} \qquad H1_{min} = 230400.00 \text{ (kN)}$$

#### Palo intermedio:

$$H2_{med} = 77425.00 \text{ (kN)} \qquad H2_{min} = 77425.00 \text{ (kN)}$$

#### Palo lungo:

$$H3_{med} = 9324.68 \text{ (kN)} \qquad H3_{min} = 9324.68 \text{ (kN)}$$

$$H_{med} = 9324.68 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 9324.68 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 6660.49 \text{ (kN)}$$

$$H_d = H_k / \gamma_T = 5123.45 \text{ (kN)}$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 1240.00 \text{ (kN)}$$

$$FS = H_d / F_d = 4.13$$

PALTATORE: <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 A.1 (P34,P35,P38,P39,P40 e da P45 a P54) - 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.A5.001</td> <td>A</td> <td>83 di 83</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	83 di 83
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.01.A5.001	A	83 di 83								

## 12 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Sezione trasversale impalcato .....	5
Figura 2: Profilo longitudinale – Vista P.11 .....	6
Figura 3: Pila P.11 VI.03 – pianta fondazioni .....	6
Figura 4: Pila P.11 VI.03 – sezione trasversale.....	7
Figura 5: Pila P.11 VI.03 – sezione longitudinale .....	7
Figura 6: Spettri di risposta elastici_SLV (Componente orizzontale e verticale) .....	29
Figura 7: Spettri di risposta di progetto (q=1,5)_SLV (Componente orizzontale e verticale).....	34
Figura 8: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008	39
Figura 9: Valori dei coefficienti di combinazione– Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008 .....	39
Figura 10: Ulteriori valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VII del D.M. 14 gennaio 2008 .....	40
Figura 11: Valutazione dei carichi da traffico – Tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008.....	40
Figura 12: Modellazione tridimensionale .....	41
Figura 13: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) Vista 3D .....	50
Figura 14: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) aste .....	51
Figura 15: Sezione di spiccato $\Phi 24/20$ .....	53
Figura 16: Diagramma del Momento adimensionale lungo il palo.....	74