

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

OC – OPERE CIVILI

OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI  
PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA

RELAZIONE DI CALCOLO

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

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

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	C	L	O	C	0	4	0	0	0	0	1	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE	S. CHECCHI	14/06/18	PINTI	15/06/18	D'ANGELO	15/06/18	COPPA	
B	EMISSIONE PER RdV	S. CHECCHI	10/09/18	PINTI	11/09/18	D'ANGELO	11/09/18		
									12/09/18

File: IF1M.0.0.E.ZZ.CL.OC.04.0.0.001.B

n. Elab.:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>2 di 47</b>

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>9</b>
5.1	CALCESTRUZZO .....	9
5.1.1	Strutture di elevazione e fondazioni.....	9
5.2	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE .....	10
5.3	COPRIFERRI MINIMI.....	10
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>11</b>
6.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....	11
6.2	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA .....	11
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>13</b>
7.1	PESO PROPRIO.....	13
7.2	SOVRACCARICHI PERMANENTI .....	13
7.3	SOVRACCARICHI FERROVIARI.....	13
7.4	AZIONE SISMICA .....	16
7.5	COMBINAZIONI DI CARICO .....	21
<b>8</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>27</b>
8.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	27
8.1.1	Verifica a fessurazione .....	27
8.1.2	Verifica delle tensioni in esercizio.....	28

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>							
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>3 di 47</b>		

<b>8.2</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI .....</b>	<b>28</b>
<b>8.2.1</b>	<b><i>Sollecitazioni flettenti</i> .....</b>	<b>28</b>
<b>8.2.2</b>	<b><i>Sollecitazioni taglianti</i> .....</b>	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO.....</b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI.....</b>	<b>32</b>
<b>11</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI.....</b>	<b>34</b>
<b>12</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>37</b>
<b>12.1</b>	<b>VERIFICA A CARICO LIMITE.....</b>	<b>37</b>
<b>12.2</b>	<b>VERIFICHE A SCORRIMENTO.....</b>	<b>43</b>
<b>12.3</b>	<b>VERIFICHE A RIBALTAMENTO .....</b>	<b>44</b>
<b>12.4</b>	<b>VERIFICHE DEI CEDIMENTI.....</b>	<b>45</b>
<b>13</b>	<b>INCIDENZE.....</b>	<b>46</b>
<b>14</b>	<b>INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>47</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>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B 4 di 47

## 1 PREMESSA

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali dei muretti parabolast necessari per il riposizionamento altimetrico dei binari esistenti, previsto tra le opere minori relative al progetto esecutivo della variante linea ferroviaria Napoli Cancellò, itinerario Napoli-Bari.

In particolare, le opere in questione riguardano i muretti parabolast previsti tra le progressive (rispetto al nuovo asse di progetto dell'esistente) 0+615.00 e 1+028.00, con le caratteristiche geometriche riassunte nella tabella seguente. Per maggiori dettagli ed una descrizione più completa delle opere si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

TIPOLOGIA	H <sub>param</sub> [m]	S <sub>param</sub> [m]	L <sub>fond</sub> [m]	S <sub>fond</sub> [m]
PARA-BAL	1.34-1.95	0.40	8.50	0.40

Tabella 1 – Caratteristiche geometriche muri di sostegno

Di seguito si riportano delle immagini rappresentative dei muri in esame.

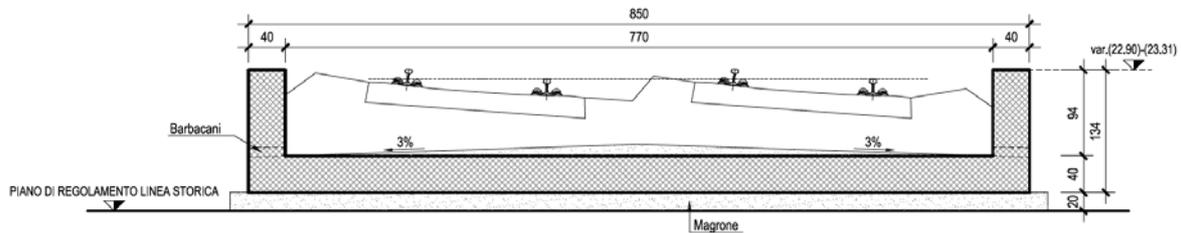


Figura 1: Sezione tipologica 1

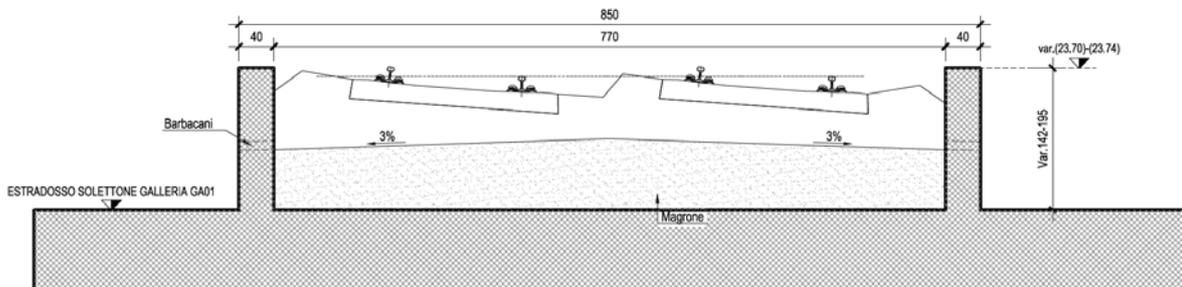


Figura 2: Sezione tipologica 2

Nei seguenti paragrafi sono riportate le normative di riferimento, le caratteristiche dei materiali impiegati, i metodi di analisi utilizzati ed i risultati delle verifiche effettuate.

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>5 di 47</b>

## 2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

L'intero intervento di modifica altimetrica della livelletta esistente interessa le progressive tra 0+615.00 e 1+028.00. Le opere strutturali consistono in muretti parabolast tra le progressive 0+661.00 ed 0+950.00, distinti in due tipologie differenti come rappresentato in Figura 1 e Figura 2. I muretti con sezione tipologica 1 si sviluppano per 219.46m (77.77+141.69); mentre i muretti della tipologia 2 disposti sopra la galleria artificiale si sviluppano per 69.50m.

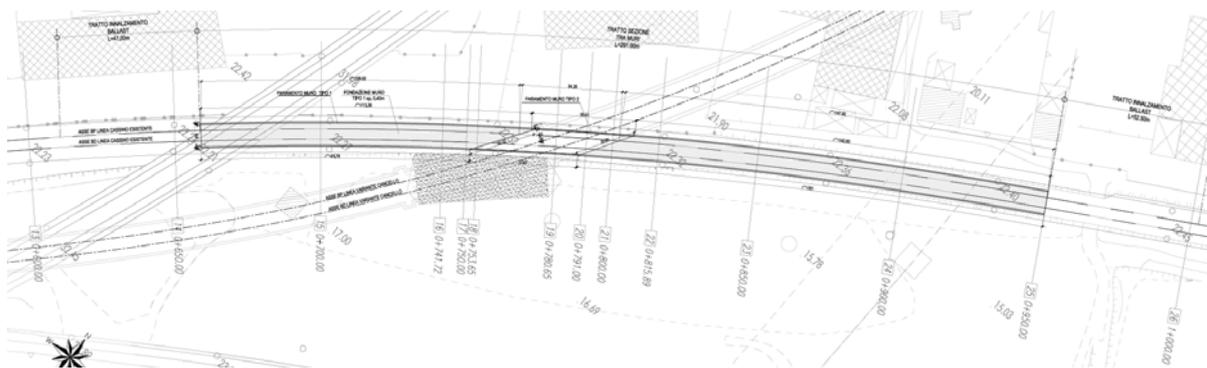


Figura 3: Planimetria di progetto



Figura 4: Profilo longitudinale

Si riporta di seguito le analisi e le verifiche del muro della tipologia 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>					
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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>6 di 47</b>

### 3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare M.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008".
- 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 206-1-2001: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- RFI DTC INC CS LG IFS 001 A. "Linee guida per il collaudo statico delle opere in terra".
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A. "Specificazione per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie".

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<p align="center"><b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b></p> <p align="center"><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b></p>												
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA  MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – 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>OC.04.00.001</td> <td>B</td> <td>7 di 47</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	7 di 47
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	7 di 47								

- RFI DTC INC PO SP IFS 001 A. “Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario”.
- Regolamento (UE) N.1299/14 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea.

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>8 di 47</b>

#### 4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito l'elenco degli elaborati grafici di riferimento.

IF1M.0.0.E.ZZ.LA.OC.04.0.0.001	Pianta e Profilo Longitudinale - Tav. 1
IF1M.0.0.E.ZZ.LA.OC.04.0.0.002	Pianta e Profilo Longitudinale - Tav. 2
IF1M.0.0.E.ZZ.BZ.OC.04.0.0.001	Sezioni

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>9 di 47</b>

## 5 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.

### 5.1 CALCESTRUZZO

#### 5.1.1 Strutture di elevazione e fondazioni

Per il getto in opera del muro di sostegno si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC3

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

Classe minima di consistenza: S3-S4

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>

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA          MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI          CALCOLO</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>10 di 47</b>

## 5.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

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

## 5.3 COPRIFERRI MINIMI

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

Strutture di elevazione	4.0 cm
Strutture di fondazione	4.0 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>		<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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>11 di 47</b>

## 6 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

### 6.1 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione della tipologia 1 sono relative alle caratteristiche del rilevato ferroviario.

$\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0.00 \text{ kPa}$	coesione drenata

Il regime di spinta presente sull'opera non è influenzato dalla falda.

### 6.2 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

Per la determinazione della costante di sottofondo della tipologia 1 si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

- $s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_{v0}) \cdot (1 - \nu^2) / E$

dove:

- $s$  = cedimento elastico totale;
- $B$  = lato minore della fondazione;
- $c_t$  = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 ( $L$  = lato maggiore della fondazione):
 

$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L / B)$	rettangolare con $L / B \leq 10$
$c_t = 2 + 0.0089 (L / B)$	rettangolare con $L / B > 10$
- $q$  = pressione media agente sul terreno;
- $\sigma_{v0}$  = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- $\nu$  = coefficiente di Poisson del terreno;
- $E$  = modulo elastico medio del terreno sottostante.

Il valore della costante di sottofondo  $k_w$  è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>12 di 47</b>

- $k_w = E / [(1-\nu^2) \cdot B \cdot ct]$

Per l'opera in esame, tenendo conto delle geometrie della fondazione e delle caratteristiche della formazione superficiale interagente con la stessa, si è tenuto con

$E(\text{KN/m}^2) =$	<b>50000</b>
$\nu =$	<b>0.3</b>
$B \text{ (m)} =$	<b>8.5</b>
$L \text{ (m)} =$	<b>78</b>

$ct =$  **2.05**

$K_w =$  **3250**  $\text{kN/m}^3$

Ovvero

$k_w =$  **3500**  $\text{kN/m}^2 / \text{m}$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>														
PROGETTO ESECUTIVO <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>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>OC.04.00.001</td> <td>B</td> <td>13 di 47</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	13 di 47
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA									
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	13 di 47									

## 7 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

### 7.1 PESO PROPRIO

I pesi propri strutturali sono calcolati in automatico dal programma di calcolo strutturale sulla base delle caratteristiche dei materiali utilizzati. Il peso specifico del calcestruzzo è assunto pari a  $25\text{kN/m}^3$ .

### 7.2 SOVRACCARICHI PERMANENTI

Sul solettone di fondazione si considera uno spessore di ballast, compresa la traversina, di  $0.94\text{ m}$  con peso per unità di volume  $\gamma_b = 18.00\text{kN/m}^3$

Carico in fondazione =  $\gamma_b \cdot h_b = 16.9\text{ kN/m}^2$

### 7.3 SOVRACCARICHI FERROVIARI

Per la valutazione dell'entità dei carichi variabili da traffico ferroviario da considerare nel calcolo, si fa riferimento al modello di carico LM71 definito dalle S.T.I. è definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010 di cui allo schema seguente.

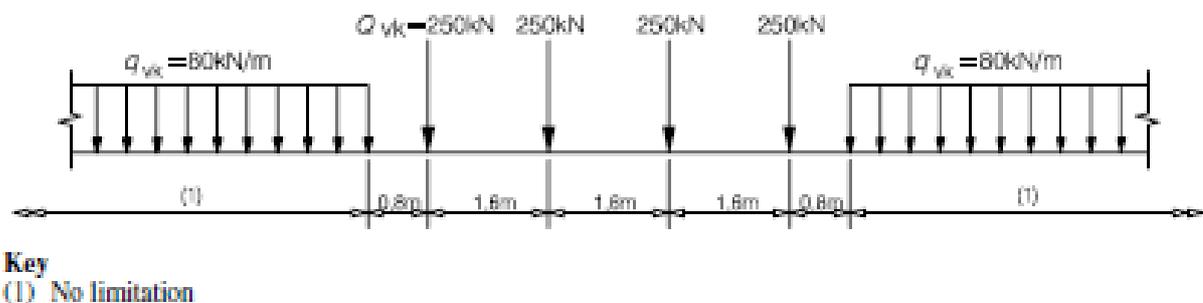


Figura 5 – LM71

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>14 di 47</b>

Il carico equivalente per le opere in terra si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla stessa norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

Considerando pertanto i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale, il carico verticale equivalente a metro lineare agente alla quota della piattaforma ferroviaria (convenzionalmente a 70 cm dal piano del ferro) risulta pari a:

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60}$$

ovvero:

$$p = 156.25 \text{ KN/m}$$

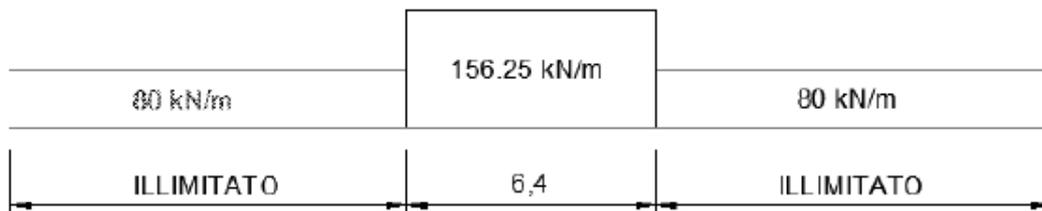


Figura 6 – Schema di carico quota pf

Il sovraccarico ferroviario è stato quindi distribuito in senso trasversale attraverso il ballast con un rapporto 4/1.

La diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario, considerando un traversina di lunghezza pari a 2.40m, risulta dunque pari a:

$$L_d = 2.70\text{m}$$

Il valore del sovraccarico accidentale da considerare sul piano di fondazione risulta:

$$Q = 76.75 \text{ kN/m}$$

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> <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 <b>IF1M 0.0.E.ZZ CL OC.04.00.001 B 15 di 47</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>	

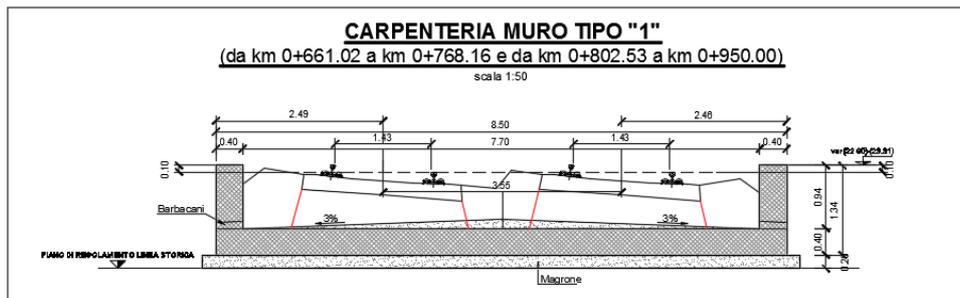


Figura 7 – Schema di diffusione del carico

A tali carichi si deve applicare il coefficiente  $\alpha$  relativo alle categorie S.T.I. come indicato nella tabella 11 di seguito riportata:

Tabella 11

Fattore alfa ( $\alpha$ ) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa ( $\alpha$ )
P1, P2, P3, P4	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospenso
P1600	1,1
F1, F2, F3	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospenso
F1600	1,1

L'intervento sulla tratta in esame si inquadra come "ristrutturazione di una linea convenzionale a traffico misto" i cui parametri di prestazione, secondo la STI Infrastruttura, sono:

Parametri di prestazioni per il traffico passeggeri					
Codice	di	Sagoma limite	Carico per asse	Velocità della linea	Lunghezza utile del

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>16 di 47</b>

traffico		[t]	(km/h)	marciapiede [m]	
P4	GB	22,5	120-200	200-400	
<b>Parametri di prestazioni per il traffico merci</b>					
Codice di traffico	di	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea (km/h)	Lunghezza del treno [m]
F2		GB	22,5	100-120	600-1050

Il corrispondente valore del coefficiente  $\alpha$  è pari ad 1.0.

In particolare, si è fatto riferimento a due condizioni di carico:

- caso 1) carico agente su un unico binario (denominato treno sx)
- caso 2) entrambi i binari carichi (denominato Doppio treno)

#### 7.4 AZIONE SISMICA

L'analisi in condizione sismica è eseguita con il metodo pseudo-statico, definendo l'azione sismica mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle masse per il coefficiente sismico. Ammettendo che il terreno di riporto sia ben costipato, si ipotizza che l'opera si muova insieme al terreno (§ 7.9.5.6.2 NTC). Di conseguenza il fattore di struttura  $q$  è posto pari ad 1 e per l'opera in esame, considerata non dissipativa, non si applicano i particolari costruttivi inerenti la duttilità degli elementi.

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 OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	17 di 47

### 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 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.

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 OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	18 di 47	

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

### 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:

<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

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.	<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 OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC.04.00.001	REV. B	PAGINA 19 di 47

elettrica.

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

### 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  $S_T = 1$

### 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	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

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 OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI CALCOLO		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B 20 di 47

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

$$S_s = 1.38$$

$$C_c = 1.48$$

### Parametri sismici

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

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

L'azione sismica, applicate alle masse del modello, è proporzionale ai coefficienti sismici:

$$k_h = \beta m a_g \cdot S$$

$$k_h = 0.5 k_h$$

in cui:

$a_g$  è la massima accelerazione dello spettro orizzontale elastico del sito, calcolata per il 10% di probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR assegnato;

$S$  è il coefficiente di sottosuolo pari al prodotto del coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e del coefficiente di amplificazione topografica  $ST$  (§ 3.2.3 delle NTC).

$\beta m$  è pari ad 1 non essendo l'opera libera di traslare rispetto al terreno.

<b>Coefficiente <math>k_h</math> sismico spinta orizzontale: <math>\beta m \cdot S_s \cdot S_T \cdot A_g / g</math></b>		<b><math>k_h</math> 0.30</b>
---	--	------------------------------

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>21 di 47</b>

## 7.5 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con  $E_Y$  e  $E_Z$  rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi  $\gamma$  e i coefficienti di combinazione  $\psi$  sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura si è fatto riferimento alla combinazione Approccio 1 – Combinazione 1 per le verifiche strutturali ed Approccio 1 – Combinazione 2 per le verifiche geotecniche.

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 OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC.04.00.001	REV. B	PAGINA 22 di 47

**Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica**

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

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

(5) Aliquota di carico da traffico da considerare.

(6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(7) 1,20 per effetti locali

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 OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	23 di 47

**Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.**

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	$\psi_1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\psi_2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	$\psi_3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\psi_4$	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{Wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

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

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	
1	Peso proprio
2	Peso Rinterro
3	Treno sx
4	Doppio Treno
5	Sisma

**Tabella 1 – Riepilogo condizioni di carico**

In definitiva per i vari casi di azioni variabili considerate nell'analisi dell'opera, sono stato assunti i seguenti coefficienti di partecipazione:

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>24 di 47</b>

### Carichi Ferroviari (Treno sx )

$$\Psi_0 = 0.80 \quad \Psi_1 = 0.80 \quad \Psi_2 = 0.2$$

$$\Psi_0 = 0.80 \quad \Psi_1 = 0.60 \quad \Psi_2 = 0.0$$

In definitiva, sono state analizzate un totale di 14 Combinazioni di cui 6 riferite al Caso SLU statico, 4 sismiche ed 4 di SLE, secondo quando di seguito riportato:

Inoltre, si riportano le combinazioni di carico con i relativi coefficienti di combinazione  $\gamma \cdot \psi$ .

#### Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Peso rinterro	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso rinterro	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Peso rinterro	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
treno sx	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45

#### Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso rinterro	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
treno sx	Sfavorevole	1.25	1.00	1.25

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI CALCOLO</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>OC.04.00.001</b>	<b>B</b>	<b>25 di 47</b>

### Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1)

	<b>Effetto</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Peso rinterro	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Doppio Treno	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45

### Combinazione n° 6 SLU (Caso A2-M2)

	<b>Effetto</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso rinterro	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Doppio Treno	Sfavorevole	1.25	1.00	1.25

### Combinazione n° 7 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso rinterro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
treno sx	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 8 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso rinterro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
treno sx	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 9 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso rinterro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
treno sx	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI 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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>26 di 47</b>

#### Combinazione n° 10 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso rinterro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
treno sx	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 11 SLE (Quasi Permanente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso rinterro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
treno sx	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20

#### Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso rinterro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
treno sx	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80

#### Combinazione n° 13 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso rinterro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Doppio Treno	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

#### Combinazione n° 14 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso rinterro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Doppio Treno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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 OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC.04.00.001	REV. B	PAGINA 27 di 47

## 8 CRITERI DI VERIFICA

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

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

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

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

- **Stato limite di fessurazione:  $w_d \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$  - 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  $\Delta_{sm}$ :

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>28 di 47</b>		

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

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.

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

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

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

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

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

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

## 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;

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 OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	29 di 47

- 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);

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

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

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

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

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

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>30 di 47</b>

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

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

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

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

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

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

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

In cui:

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>31 di 47</b>

## 9 MODELLO DI CALCOLO

L'analisi delle opere viene effettuata con riferimento ad una fascia di larghezza pari a 1.0 m. Il modello di calcolo è realizzato mediante il software commerciale *Straus 7.2.4*. La modellazione è stata effettuata mediante un insieme di aste.

L'opera è stata considerata vincolata alla base mediante dei vincoli cedevoli in funzione delle caratteristiche elastiche del terreno di sottofondo, per il quale è stata considerata una costante di sottofondo come descritto al § 6.2.

$$K_s = 3500 \text{ kN/m}^3$$



Figura 8 - Modello F.E.M

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>32 di 47</b>

## 10 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Di seguito è riportato l'involuppo delle sollecitazioni flettenti e taglianti dello stato limite ultimo. Le unità di misura adottate nei diagrammi seguenti sono kN–m.

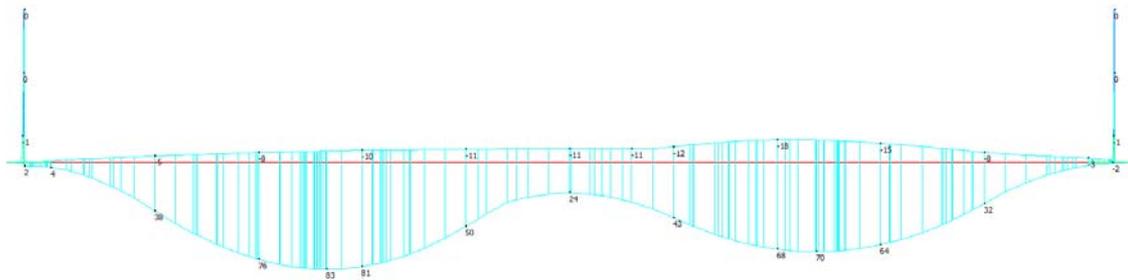


Figura 9 – Involuppo SLU/Sisma: Momenti flettenti

MINI    MAX  
 SF (kN)  -47    70  
 [m=12] [m=11]

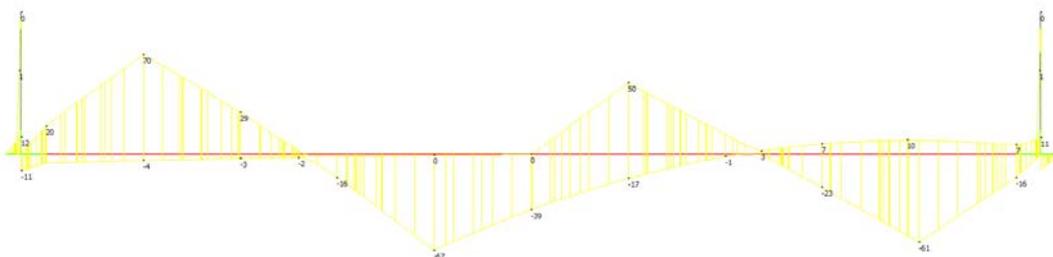


Figura 10 – Involuppo SLU/Sisma: sollecitazioni taglianti

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    OC.04.00.001    B    33 di 47</b>	

MIN    MAX  
 [M1] [M2] 0    43  
 [M1] [M2] [M1] [M2]

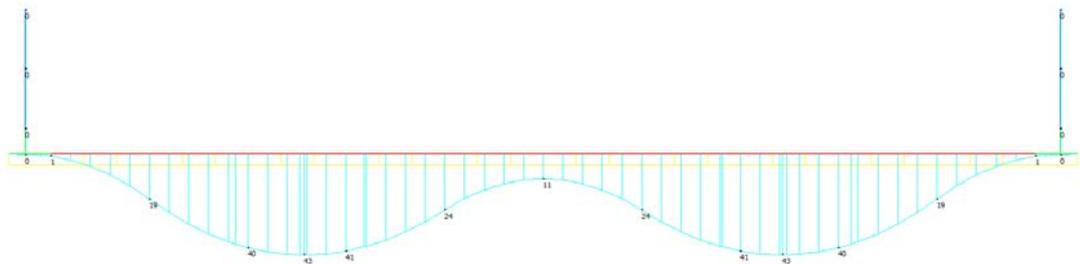


Figura 11 – SLE Rara: Momenti flettenti

Si riportano a seguire le sollecitazioni dimensionanti di verifica per la fondazione.

SEZIONE FONDAZIONE 100x40

Msd\_SLE = 43 kNm

Msd\_SLU = 83 KNm

Tsd\_SLU = 70 KNm

Le sollecitazioni nei piedritti sono trascurabili.

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>34 di 47</b>

## 11 VERIFICHE STRUTTURALI

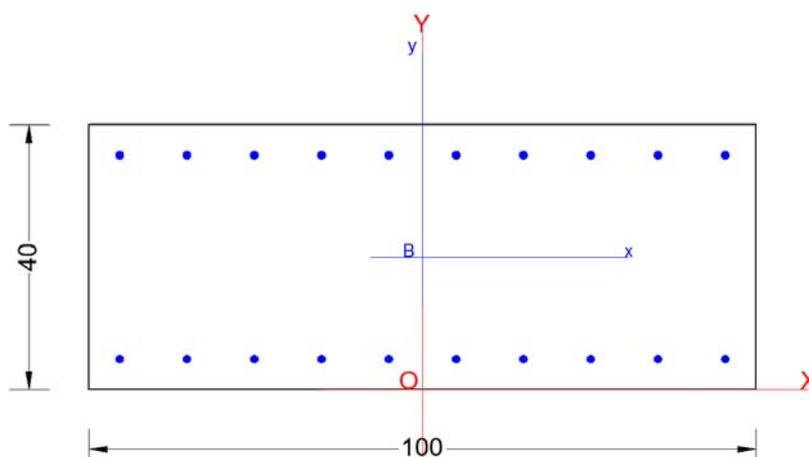
Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche, relative all'involuppo delle combinazioni di carico.

Nelle verifiche della soletta di fondazione, cautelativamente, non si è tenuto in conto del contributo dello sforzo normale.

Si riporta di seguito l'armatura prevista per gli elementi strutturali in esame.

Paramento	lato terra	1 $\phi$ 12/10
	lato scavo	1 $\phi$ 12/10
	staffe	1 $\phi$ 10/25x50
Fondazione	superiore	1 $\phi$ 12/10
	inferiore	1 $\phi$ 12/10
	staffe	1 $\phi$ 10/25x50

Di seguito è riportata la verifica della fondazione. Il piedritto che presenta sollecitazioni trascurabili è armato con la stessa armatura della fondazione.



### - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

-	Base:	100.0	cm
-	Altezza:	40.0	cm
-	Barre inferiori:	10 $\phi$ 12	(11.3 cm <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</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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>OC.04.00.001</b>	<b>B</b>	<b>35 di 47</b>

- Barre superiori: 10Ø12 (11.3 cm²)  
- Coprif.Inf.(dal baric. barre): 4.6 cm  
- Coprif.Sup.(dal baric. barre): 4.6 cm

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

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	83.00	70.00	0.00

**COMB. RARE - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	43.00 (95.14)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As
1	S	0.00	83.00	-0.12	153.90	1.854	36.1	143.55	0.11	0.70	

11.3

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

Diametro staffe: 10 mm

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>CALCOLO</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>
	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>
	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>36 di 47</b>

Passo staffe: 25.0 cm

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

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

N°Comb	Ver	VsdU	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	70.00	165.50	1033.26	195.83	100.0	21.80	1.000	2.2

**COMBINAZIONI RARE - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]  
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.58	40.0	0.00	31.3	-118.0	35.4	13.0	1300	11.3	10.1

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

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

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.40	-1.40	---	0.125	0.50	0.4000.000236	(0.000236)	1690.068	(0.20)	95.14

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI</b> <b>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>OC.04.00.001</td> <td>B</td> <td>37 di 47</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	37 di 47
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	37 di 47								

## 12 VERIFICHE GEOTECNICHE

Il terreno di fondazione deve essere in grado di sopportare il carico che gli viene trasmesso dalle strutture sovrastanti senza che si verifichi rottura e senza che i cedimenti della struttura siano eccessivi.

### 12.1 VERIFICA A CARICO LIMITE

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- ca Adesione lungo la base della fondazione ( $ca \leq c$ )
- V Azione tagliante
- $\varphi$  Angolo d'attrito
- $\delta$  Angolo di attrito terreno fondazione
- $\gamma$  Peso specifico del terreno
- Kp Coefficiente di spinta passiva espresso da  $Kp = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- $\eta$  inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- qult Carico ultimo della fondazione

Risulta:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI CALCOLO		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC.04.00.001	REV. PAGINA B 38 di 47

### Caso generale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

### Caso di terreno puramente coesivo $\phi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui  $d_c$ ,  $d_q$  e  $d_\gamma$  sono i fattori di profondità,  $s_c$ ,  $s_q$  e  $s_\gamma$  sono i fattori di forma,  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  sono i fattori di inclinazione del carico,  $b_c$ ,  $b_q$  e  $b_\gamma$  sono i fattori di inclinazione del piano di posa e  $g_c$ ,  $g_q$  e  $g_\gamma$  sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  sono espressi come:

$$N_q = K p e^{\pi \cdot \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \operatorname{tg} \phi$$

### Fattori di forma

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$
	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \operatorname{tg} \phi$
	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

### Fattori di profondità

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \operatorname{arctg} \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

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>					
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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>OC.04.00.001</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>39 di 47</b>

### Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con Af l'area efficace della fondazione ottenuta come  $A_f = B \cdot L'$  (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico eB, eL dalle relazioni  $B' = B - 2e_B$   $L' = L - 2e_L$ ) con  $\eta$  l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ( $\eta=0$  per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

per $\phi = 0$		per $\phi > 0$	
$i_c = \frac{1}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$		$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	
		$i_q = \left( 1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	
	Per $\eta = 0$	$i_y = \left( 1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	
	Per $\eta > 0$	$i_y = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 45^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	

### Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $b_q = e^{-2\eta \phi}$ $b_y = e^{-2.7\eta \phi}$

### Fattori di inclinazione del terreno

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ $g_q = g_y = (1 - 0.5tg\beta)^\beta$



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI CALCOLO</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>OC.04.00.001</b>	<b>B</b>	<b>41 di 47</b>

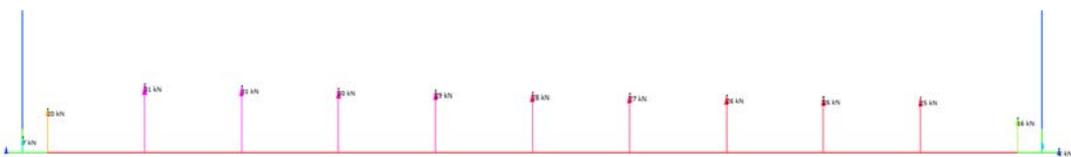
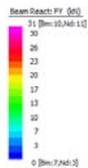


Figura 14 – Sollecitazioni trasmesse al terreno (Involuppo Combinazioni sismiche)

Di seguito sono riportati i risultati delle verifiche di portanza. Le analisi sono state svolte per una lunghezza della fondazione di lunghezza paria 10.00m.

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]
1	A1+M1+R1	0.00	8200.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	A2+M2+R2	0.00	6960.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Sisma	0.00	3060.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult]	1528.29 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto[Rd]	849.05 kN/m <sup>2</sup>
Tensione [Ed]	81.88 kN/m <sup>2</sup>
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	18.66
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

#### A1+M1+R1

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

---

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	56.17
Fattore forma [Sc]	1.68
Fattore profondità [Dc]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI CALCOLO</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	42 di 47

Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.66
Fattore profondità [Dq]	1.01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.66
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	3976.73 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	3976.73 kN/m <sup>2</sup>
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

### A2+M2+R2

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	23.19
Fattore [Nc]	35.51
Fattore [Ng]	20.81
Fattore forma [Sc]	1.56
Fattore profondità [Dc]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.53
Fattore profondità [Dq]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.66
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	1528.29 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	849.05 kN/m <sup>2</sup>



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 OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	44 di 47

N = Risultante delle azioni ortogonali al piano di scorrimento

H = Risultante delle azioni parallele al piano di scorrimento

c' = coesione efficace, posta generalmente pari a zero, salvo particolari condizioni che ne consentano di tenerne conto.

B = Dimensione della Fondazione sul piano di scorrimento.

$\mu$  = Coefficiente di attrito fondazione - terreno , posto pari a  $\varphi$

**Non significativa per l'opera in oggetto.**

### 12.3 Verifiche a ribaltamento

La verifica al ribaltamento rispetto al vertice esterno della fondazione è viene trattata secondo la normativa come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), utilizzando i relativi coefficienti sulle azioni di cui alla tabella 2.6.I delle NTC, adoperando i coefficienti parziali del gruppo (M2) per il calcolo delle spinte.

Nella fattispecie, per ciascuna delle combinazioni di Verifica allo SLU statico e sismico rispetto alle quali è prescritta la verifica al ribaltamento, è stata verificata il rispetto della seguente condizione:

$$FS = \frac{M_{STA}}{M_{RIB}} \geq F_{s_{\min}}$$

essendo

$M_{RIB}$  = Risultante momenti ribaltanti

$M_{STA}$  = Risultante momenti stabilizzanti

**Non significativa per l'opera in oggetto.**

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>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – RELAZIONE DI</b> <b>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>OC.04.00.001</td> <td>B</td> <td>45 di 47</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	45 di 47
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA									
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	45 di 47									

## 12.4 Verifiche dei cedimenti

Si riporta la configurazione deformata con i valori degli spostamenti verticali ottenuti considerando il modello di carico LM71 con il relativo incremento dinamico e con il coefficiente  $\alpha$ . Lo spostamento massimo è inferiore a 1/200 di L (42.5mm).

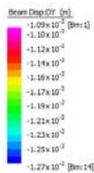


Figura 15 – Deformata (Carico accidentale)

Si riporta la configurazione deformata con i valori degli spostamenti verticali relativi alla combinazione SLE Rara. Il massimo spostamento relativo risulta inferiore al centimetro.



Figura 16 – Deformata (SLE Rara)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA</b> <b>MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA - RELAZIONE DI</b> <b>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>OC.04.00.001</td> <td>B</td> <td>46 di 47</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	46 di 47
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	46 di 47								

### 13 INCIDENZE

Di seguito si esplicita l'incidenza relativa all'opera di sostegno in esame:

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza di progetto [kg/m <sup>3</sup> ]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]		
Fondazione	0.40	LATO A	12	5	4.44	LATO A	12	10	8.88	10	25x50	8	4.936	31.58	115
		LATO B	12	5	4.44	LATO B	12	10	8.88						
Elevazione	0.40	LATO A	12	5	4.44	LATO A	12	10	8.88	10	25x50	8	4.936	31.58	115
		LATO B	12	5	4.44	LATO B	12	10	8.88						

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<p align="center"><b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b></p> <p align="center"><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b></p>												
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>OC04 - RIPOSIZIONAMENTO SU SEDE ATTUALE - CARPENTERIA  MURI PARABALLAST PER MODIFICA ALTIMETRICA – 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>OC.04.00.001</td> <td>B</td> <td>47 di 47</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	47 di 47
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	OC.04.00.001	B	47 di 47								

## 14 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Sezione tipologica 1 .....	4
Figura 2: Sezione tipologica 2 .....	4
Figura 3: Planimetria di progetto .....	5
Figura 4: Profilo longitudinale .....	5
Figura 5 – LM71 .....	13
Figura 6 – Schema di carico quota pf.....	14
Figura 7 – Schema di diffusione del carico .....	15
Figura 8 - Modello F.E.M.....	31
Figura 9 – Inviluppo SLU/Sisma: Momenti flettenti.....	32
Figura 10 – Inviluppo SLU/Sisma: sollecitazioni taglianti .....	32
Figura 11 – SLE Rara: Momenti flettenti .....	33
Figura 12 – Sollecitazioni trasmesse al terreno (Inviluppo Combinazioni A1).....	40
Figura 13 – Sollecitazioni trasmesse al terreno (Inviluppo Combinazioni A2).....	40
Figura 14 – Sollecitazioni trasmesse al terreno (Inviluppo Combinazioni sismiche) .....	41
Figura 15 – Deformata (Carico accidentale).....	45
Figura 16 – Deformata (SLE Rara) .....	45