

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 GA - GALLERIE

GA01 - GALLERIA CASALNUOVO DA km 0+550,00 A km 2+860,21

TRATTO GA Casalnuovo già realizzato da km 2+172.17 a km 2+273.20

RELAZIONE DI CALCOLO GA

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	G	A	0	1	L	0	0	0	2	C	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE	BERTINELLI	14/06/18	NARDONE	15/06/18	NARDONE	15/06/18	CASSANI	
B	EMISSIONE PER RdV	BERTINELLI	10/09/18	NARDONE	11/09/18	NARDONE	11/09/18		
C	EMISSIONE PER RdV	BERTINELLI	02/10/18	NARDONE	03/10/18	NARDONE	03/10/18		
									12/09/18

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 2 di 108

1	PREMESSA	5
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	12
4	CRITERI DI MODELLAZIONE	13
4.1	MODELLAZIONE DEL SOLETTONE INTERMEDIO	13
4.2	MODELLAZIONE DEL SOLETTONE DI FONDO E DELLE FODERE	16
5	MATERIALI UTILIZZATI	18
5.1	CONGLOMERATO CEMENTIZIO	18
5.2	ACCIAIO PER ARMATURE	18
5.3	VERIFICHE A FESSURAZIONE	19
5.4	TENSIONI DI ESERCIZIO	21
6	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	22
7	CRITERI DI CALCOLO	27
7.1	CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	27
7.2	COMBINAZIONI DI CARICO	32
7.2.1	<i>Combinazioni per la verifica allo SLU e SLE</i>	32
8	ANALISI DEI CARICHI SOLETTONE INTERMEDIO	36
8.1	PESO PROPRIO E CARICHI PERMANENTI PORTATI	37
9	ANALISI SVOLTE PER SOLETTONE INTERMEDIO	38
9.1	MODELLAZIONE DEI MATERIALI	42
9.2	MODELLAZIONE DELLE SEZIONI	43

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 3 di 108

9.3	MODELLAZIONE DELLE AZIONI	44
9.4	SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO	47
9.5	DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI	50
9.6	RISULTATI.....	51
10	ANALISI DEI CARICHI SOLETTONE DI FONDAZIONE E FODERE.....	53
10.1	PESO PROPRIO E CARICHI PERMANENTI PORTATI	54
10.2	SPINTA IDROSTATICA	54
10.3	CARICHI ACCIDENTALI.....	55
10.4	AZIONE SISMICA	56
10.4.1	<i>Stato limite di salvaguardia della vita (SLV).....</i>	<i>56</i>
11	ANALISI SVOLTE SOLETTONE DI FONDAZIONE E FODERE	59
11.1	MODELLAZIONE DEI MATERIALI.....	63
11.2	MODELLAZIONE DELLE SEZIONI	64
11.3	MODELLAZIONE DELLE AZIONI.....	65
11.4	SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO	68
11.5	DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI	74
11.6	RISULTATI.....	75
12	VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI	78
12.1	SOLETTONE INTERMEDIO	78
12.1.1	<i>Verifiche SLU sezione in campata</i>	<i>79</i>
12.1.2	<i>Verifiche SLE sezione in campata.....</i>	<i>80</i>
12.1.3	<i>Verifiche a taglio sezione in appoggio</i>	<i>80</i>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 4 di 108

12.2	SOLETTONE DI FONDAZIONE.....	81
12.2.1	Verifiche SLU.....	82
12.2.2	Verifiche SLE.....	85
12.2.3	Verifiche SLU sezione sotto piedritto.....	89
12.2.4	Verifiche SLE sezione sotto piedritto.....	90
12.2.5	Verifiche SLU sezione sotto piedritto lato Circumvesuviana.....	91
12.2.6	Verifiche SLE sezione sotto piedritto lato Circumvesuviana.....	92
12.3	FODERE.....	93
12.3.1	Verifiche SLU.....	94
12.3.2	Verifiche SLE tensione.....	97
12.3.3	Verifiche SLE fessurazione.....	99
12.4	PIEDRITTO.....	101
12.4.1	Verifiche SLU.....	102
12.4.2	Verifiche SLE tensione.....	104
12.4.3	Verifiche SLE fessurazione.....	106
13	CALCOLO DELLE INCIDENZE.....	107

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>5 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	5 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	5 di 108								

1 PREMESSA

Nella presente relazione si riportano le analisi e le verifiche strutturali delle opere che compongono la galleria artificiale ferroviaria Casalnuovo, posta tra il km 0+550.00 ed il km 2+861.21, della tratta ferroviaria Napoli – Canello.

Nell'ambito dell'intera opera, lunga complessivamente 2311.21 m, si distinguono 14 sezioni trasversali rappresentative di tratti omogenei di galleria.

Nei paragrafi successivi verranno riportate le verifiche tecniche caratterizzanti per il dimensionamento delle strutture in conglomerato cementizio armato (C.C.A.) nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformazione richiesti all'opera, secondo gli standard normativi nazionali e le più specifiche istruzioni operative ferroviarie.

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.												
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>6 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	6 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	6 di 108								

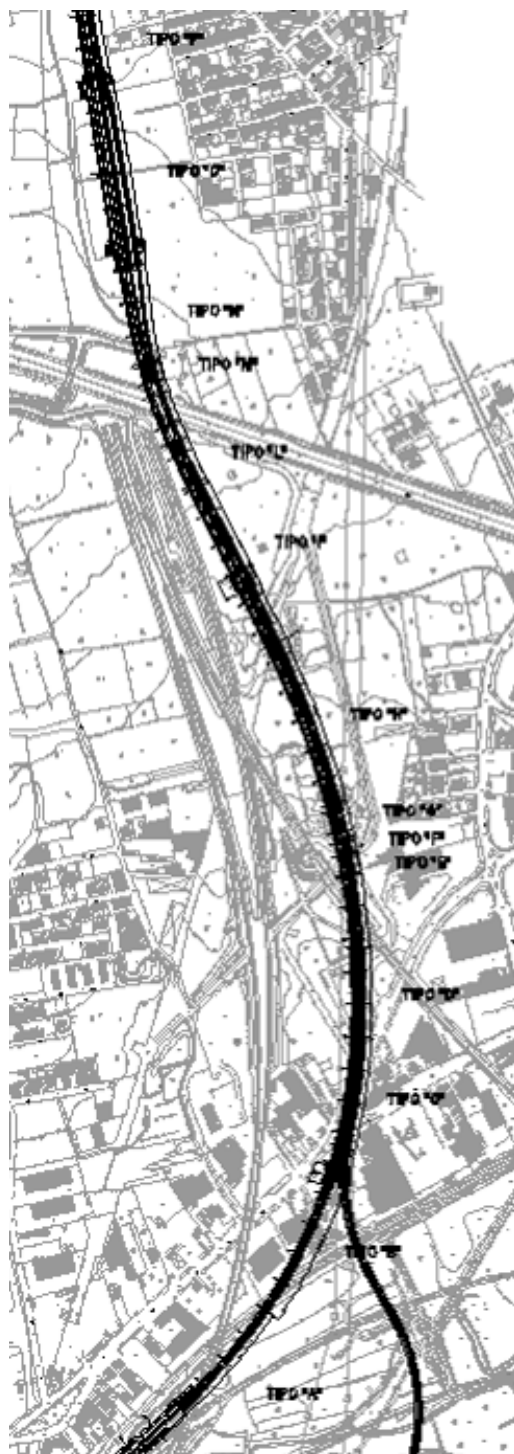


Figura 1. Planimetria

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. PAGINA C 7 di 108

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il tratto di galleria oggetto di verifica in questa relazione si sviluppa tra la progressiva 2+172.17 e la progressiva 2+273.20, per una lunghezza complessiva di 101.03 m.

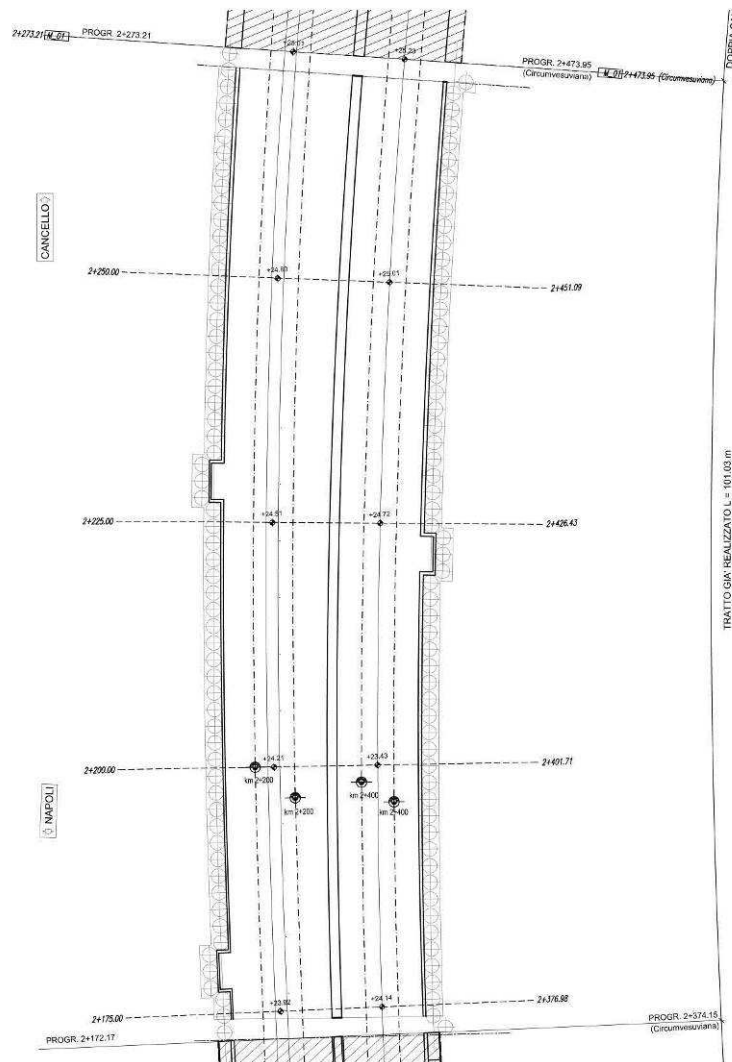


Figura 2. Pianta

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 8 di 108

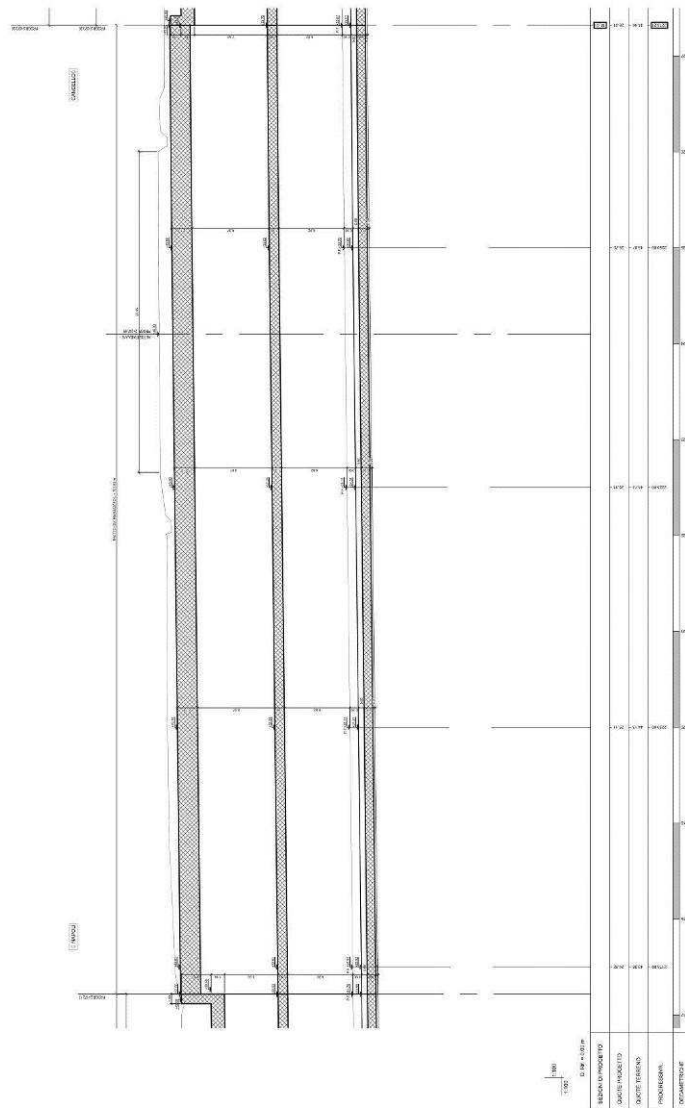


Figura 3. Profilo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>9 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	9 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	9 di 108								

La tipologia strutturale della galleria è caratterizzata da opere già realizzate, quali pali e travi in c.c.p., e manufatti gettati in opera da realizzare in questa, quali la soletta intermedia, soletta di fondazione piedritto centrale e fodere laterali della galleria stessa.

La tipologia strutturale è uno scatolare a doppia canna realizzato mediante 2 allineamenti di pali trivellati di grande diametro, 150 cm, gettati contro terra con passo 170 cm, collegati da una copertura superiore costituita da travi prefabbricate in c.a.p. solidarizzati tra loro con soletta di completamento. Questa parte di struttura è già stata realizzata.

Nella galleria artificiale che si andrà a realizzare all'interno delle strutture già costruire e sotto alla soletta intermedia, verranno realizzati due manufatti di sezione ad "U"; tali manufatti si diversificheranno per dimensioni tra le due canne (galleria sinistra e destra secondo la sezione trasversale di figura 4):

- Canna sinistra (galleria Cassino): solettone di fondo sp. 90 cm e larghezza di 10.65 m fodere di rivestimento dei pali spessore nominale 25 cm per quella esterna.
- Canna destra (galleria Circumvesuviana): solettone di fondo sp. 90 cm e larghezza di 8.64 m fodere di rivestimento dei diaframmi spessore nominale 34 cm per quella esterna.

L'altezza interna netta da piano ferro è pari a 6.82 m per la galleria sinistra e 6.80 m per la galleria destra.

In fase di calcolo lo spessore delle fodere viene ridotto cautelativamente di 5 cm, in modo tale da compensare l'eventuale errore di verticalità massimo consentito.

Le fodere di rivestimento dei diaframmi saranno collegate al solettone realizzato in prima fase con connessioni a taglio realizzate con barre verticale predisposte nel getto del solettone stesso.

Per maggiori approfondimenti sulle geometrie delle diverse parti dell'opera si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Il solettone intermedio realizzato in fase 1 a contrasto tra i due allineamenti di pali di grande diametro già realizzati, sarà alleggerito con tubazioni metalliche poste in opera con questo unico scopo al fine di limitare sollecitazioni deformazioni su questo elemento strutturale soprattutto in prima fase quando piedritto centrale che parte dal solettone di fondo non sarà ancora realizzato.

La dimensione limitata delle nicchie laterali e la loro configurazione geometrica rendono superflue ulteriori valutazioni puntuali. La soletta a copertura delle stesse lavora come piastra incastrata su tre lati, l'incidenza prevista per la soletta di copertura principale della tratta è senz'altro adeguata. L'eventuale incremento di sollecitazioni sulle fodere è ampiamente compensato dalla maggior rigidità e resistenza delle porzioni aggiuntive disposte trasversalmente alla galleria a delimitare le nicchie stesse.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. 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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 10 di 108

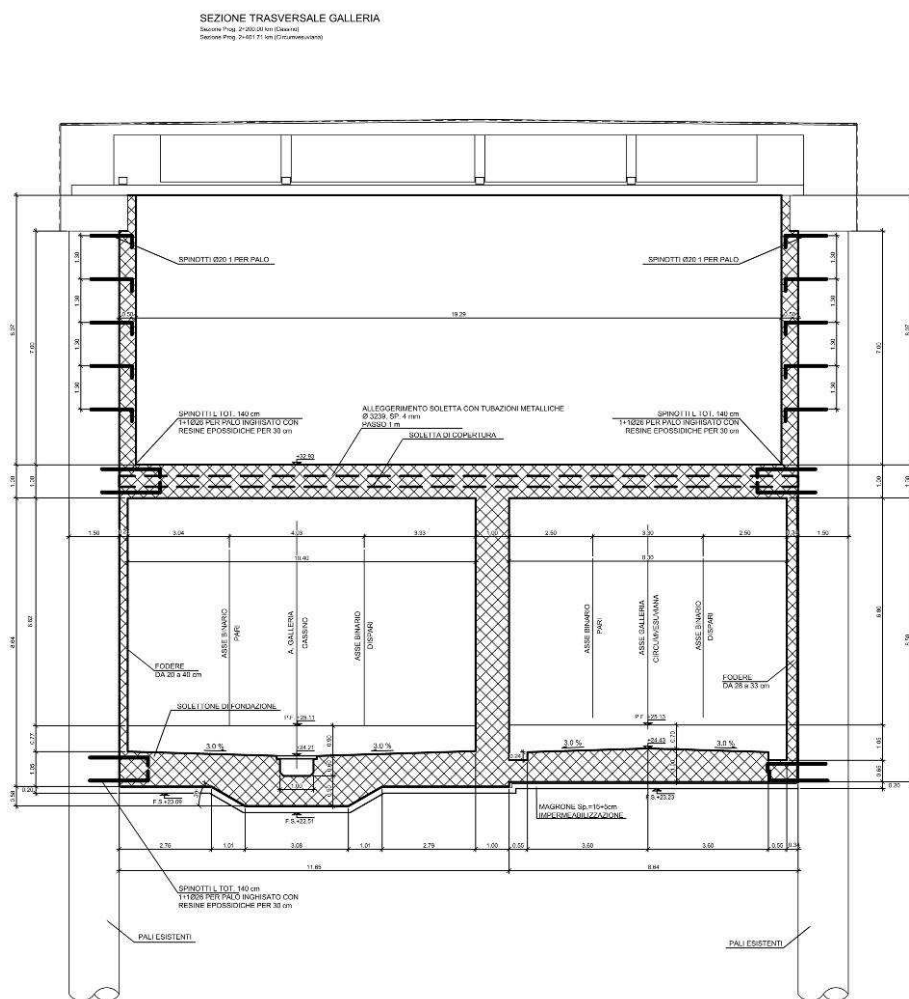


Figura 4. Sezione trasversale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<p align="center">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p align="center">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</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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 align="center">IF1M</td> <td align="center">0.0.E.ZZ</td> <td align="center">CL</td> <td align="center">GA.01.L0.002</td> <td align="center">C</td> <td align="center">11 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	11 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	11 di 108								

La tecnica esecutiva prevista per la realizzazione dell'opera segue il cosiddetto "Metodo Milano", che può essere riassunto nelle seguenti fasi, successive alla realizzazione di pali e copertura già realizzati:

- Scavo in sotterraneo di prima fase fino alla quota di intradosso della soletta intermedia;
- Realizzazione della soletta intermedia in c.c.a. e delle fodere superiori;
- Scavo in sotterraneo di seconda fase fino a intradosso della soletta di fondazione;
- Completamento opere interne, solettone di fondazione e contropareti inferiori.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 12 di 108				

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si riporta di seguito l'elenco dei documenti dei quali si è tenuto conto in sede di progettazione:

- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni" (in sintesi DM 14.01.08 in seguito);
- Circolare 02/02/2009 n. 617/CSLLPP Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale;
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici;
- UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti;
- UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali;
- UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto -binario - "RFI DTC INC PO SP IFS 001 A";
- Istruzioni tecniche per la progettazione di manufatti sotto-binario da costruire in zona sismica -"RFI DTC ICI PO SP INF 004 A";
- Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie - "RFI DTC INC CS SP IFS 001 A 29122011".

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 13 di 108				

4 CRITERI DI MODELLAZIONE

4.1 Modellazione del solettone intermedio

La modellazione adottata tiene conto della modalità costruttiva degli elementi strutturali considerati, delle relative condizioni di vincolo e dei carichi applicati.

Conseguentemente, la soletta intermedia è stata vincolata agli estremi tramite cerniere che bloccano la sola traslazione.

La soletta intermedia verrà realizzata con alleggerimenti creati con tubazioni metalliche \varnothing 600 mm a passo 1 m.

Le sezione risultante viene approssimata con una sezione ad I con base 1 m, il cavo quadrato che si forma dall'accostamento di due travi ha lato 55 cm. L'approssimazione è stata fatta per equivalenza di area tra il cerchio diametro 60 cm (tubazione di alleggerimento) e il quadrato di lato 55 cm.

Si è assunta come luce di calcolo la maggior distanza rilevata in pianta tra i fili interni dei due allineamenti di pali di grande diametro esterni, 21.55 m.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: 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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 14 di 108

geometria sezione ✕

Stringa identificativa	
Generalità	
Utilizzo previsto	per elementi in c.a.
Dimensioni	
base inferiore Bi	100.0 [cm]
spessore Bn	45.0 [cm]
base superiore Bs	100.0 [cm]
altezza totale Ht	100.0 [cm]
altezza inferiore Hi	22.5 [cm]
altezza superiore Hs	22.5 [cm]

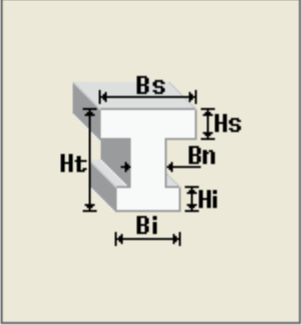
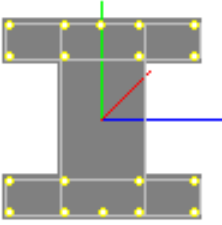


Tabella delle sezioni ✕

Sezioni generiche		Profili semplici		Profili accoppiati	
Dati sezione		Amatura trasversale		Amatura longitudinale	
A	6975.0	J 2-2	4167656.25	J 3-3	7570781.25
A V2	0.0	W 2-2	83353.125	W 3-3	151415.625
A V3	0.0	Wp 2-2	140343.75	Wp 3-3	208406.25
Jt	2828102.35	Altezza	100.0	Base	100.0
%R A	100	%R Jt	100	Alfa pr	0.0
Analisi resistenza al fuoco		J 2-3	0.0	Unità in cm	



Copia

Annulla

Applica

Incolla

Esci

1

Doppio T: bi=100 ba=45 bs=100 ht=100 hi=22.5 hs=22.5

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. PAGINA C 15 di 108

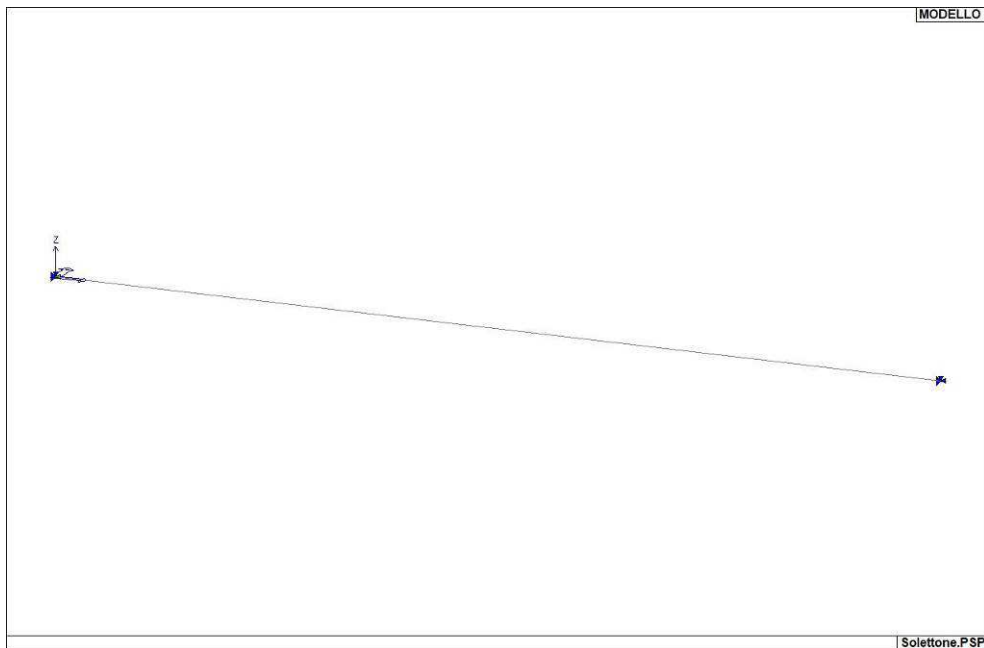


Figura 5. *Vista unifilare del modello*

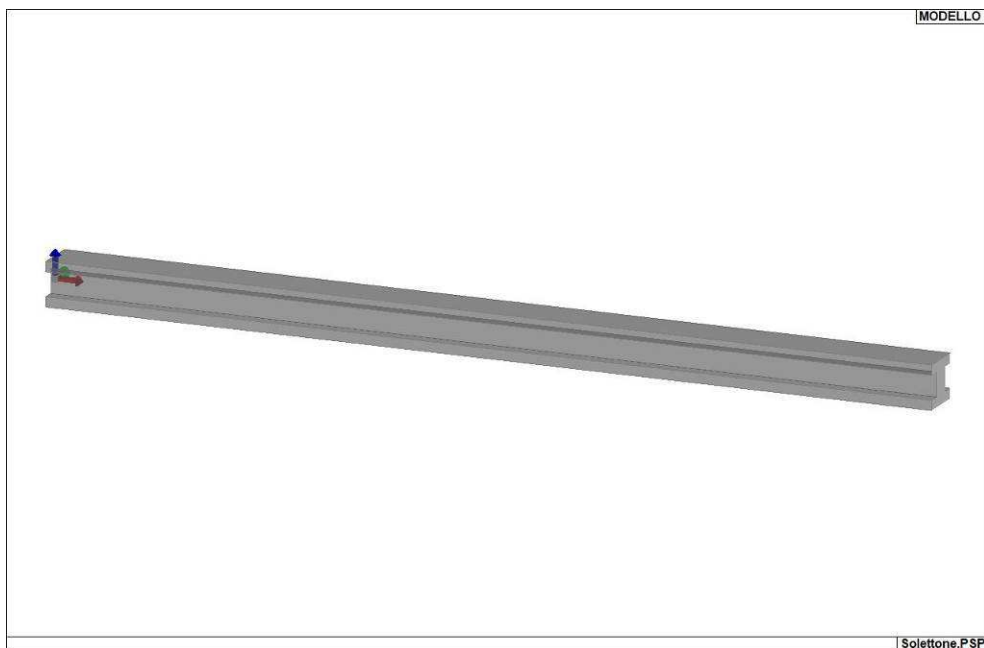


Figura 6. *Vista solida del modello*

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 16 di 108

4.2 Modellazione del solettone di fondo e delle fodere

La struttura è stata vincolata nei nodi in testa mediante cerniere; in direzione verticale il vincolo impedisce esclusivamente gli spostamenti verso l'alto (eventualmente indotti dalla sottospinta idrica). Secondo questa schematizzazione cautelativa, la struttura non potrà mai risultare “appesa” ai piedritti sommitali dei diaframmi in corrispondenza del vincolo di testa delle fodere.

Il solettone di fondo, gettato controterra al termine della seconda fase di scavo, riveste la funzione di elemento fondale: le verifiche verranno eseguite in funzione dei coefficienti di sottofondo calcolati “alla Winkler” secondo le caratteristiche del terreno.

Viste le fasi costruttive previste, questa parte di struttura verrà posta in opera solo dopo aver realizzato il solettone intermedio, si ipotizza a favore di sicurezza che il piedritto centrale non vada ma i a sostenere il solettone intermedio. Il dimensionamento del solettone intermedio rimane quindi autonomo e non condizionante ne il solettone di fondo ne le relative fodere e piedritto.

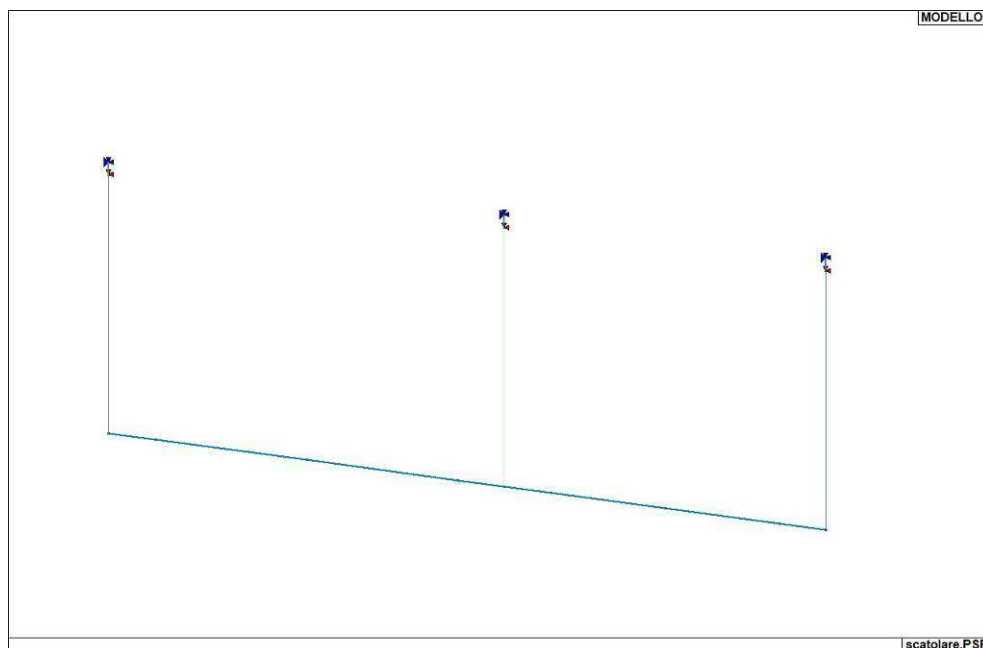


Figura 7. Vista unilaterale del modello

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 17 di 108

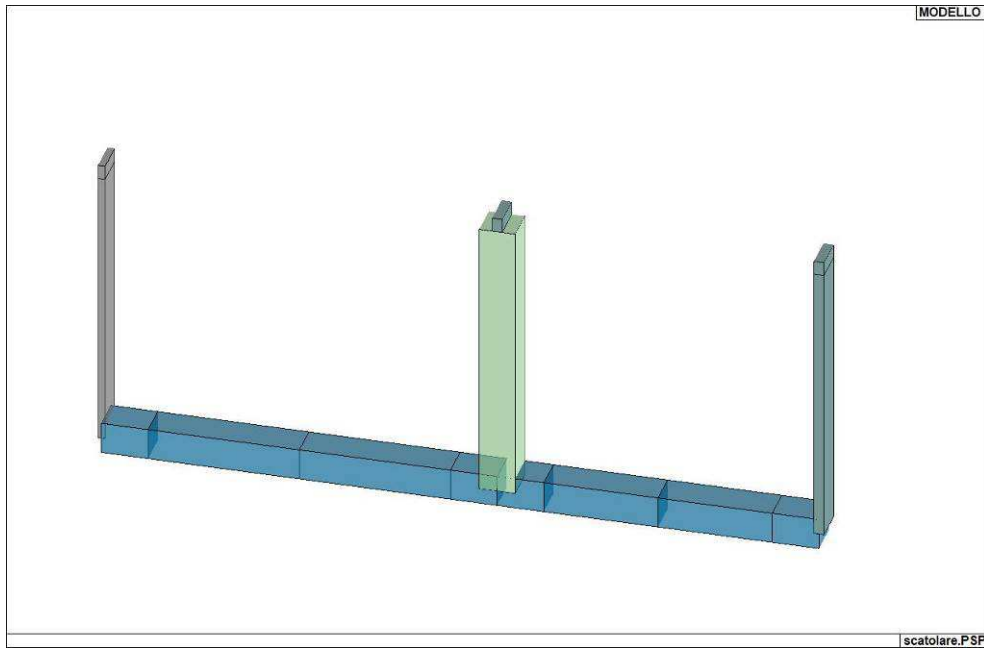


Figura 8. Vista solida del modello

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 18 di 108

5 MATERIALI UTILIZZATI

5.1 Conglomerato cementizio

Classe di resistenza	C25/30 MPa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione semplice	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$,
dove $\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$;	$f_{cd} = 14.17 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 31476 \text{ N/mm}^2$.
Modulo di Poisson	$\nu = 0.20$
Densità di Massa	$\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente di Espansione Termica:	$\alpha = 1.00 \text{E-}05 \text{ m/}^\circ\text{C}$
Classe di lavorabilità	S3-S4-S5
Classe di esposizione ambientale	XC2
Diametro massimo inerti	25 mm
Copriferro solettone e piedritti	40 mm
Copriferro soletta di fondazione	40 mm
Copriferro fodere	40 mm
Copriferro travi di coronamento	40 mm

5.2 Acciaio per armature

Classe di resistenza	B450C
Valori limite di tensione	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$ $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$ $1.15 \leq f_{tk} / f_{yk} \leq 1.35$
Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ MPa}$

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>19 di 108</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	19 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	19 di 108								

5.3 Verifiche a fessurazione

Per le verifiche a fessurazione del cemento armato si individua come classe di esposizione del calcestruzzo, tra quelle riportate nella seguente tabella, la XC2, come da Tabelle materiali.

prospetto 4.1 Classi di esposizione in relazione alle condizioni ambientali, in conformità alla EN 206-1

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
1 Nessun rischio di corrosione o di attacco		
X0	Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici; tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
3 Corrosione indotta da cloruri		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte ad atmosfera salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree	Parti di strutture marine
5 Attacco di cicli gelo/disgelo		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e ad agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente ad agenti antigelo e al gelo Zone di strutture marine soggette a spruzzi ed esposte al gelo
6 Attacco chimico		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno

Figura 9. Prospetto 4.1 EN 206-1

Tale classe di esposizione rientra nelle condizioni ambientali ordinarie come desumibile dalla tabella 4.1.III del DM 14.01.08.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	20 di 108

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Figura 10. Tabella 4.1.III DM 14.01.08

La struttura è realizzata con c.c.a. ordinario e armatura definita poco sensibile, i limiti di apertura di fessura sono quelli riassunti nella tabella seguente:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	<u>w_d</u>	Stato limite	<u>w_d</u>
a	Ordinarie	frequente	<u>ap. fessure</u>	≤w ₂	<u>ap. fessure</u>	≤w ₃
		quasi permanente	<u>ap. fessure</u>	≤w ₁	<u>ap. fessure</u>	≤w ₂
b	Aggressive	frequente	<u>ap. fessure</u>	≤w ₁	<u>ap. fessure</u>	≤w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	<u>ap. fessure</u>	≤w ₁
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	<u>ap. fessure</u>	≤w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	<u>ap. fessure</u>	≤w ₁

Figura 11. Tabella 4.1.IV DM 14.01.08

I valori limite sono pari a: w₁= 0.2 mm; w₂= 0.3 mm; w₃= 0.4 mm.

Riassumendo i valori limite sarebbero:

- combinazioni frequenti w₃;
- combinazioni quasi permanenti w₂.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 21 di 108				

Tuttavia, il manuale ITALFERR “Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario” al punto 1.8.3.2.4, prevede che l’apertura convenzionale delle fessure, calcolata in riferimento alle combinazioni rare per gli Stati Limite di Esercizio, debba risultare:

- $\delta f \leq w1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.01.08, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta f \leq w2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.01.08.

Riepilogando e riassumendo i valori limite da rispettare sono:

- combinazioni rare (strutture a permanente contatto con il terreno) $w1$;
- combinazioni rare (strutture non a permanente contatto con il terreno) $w2$;
- combinazioni quasi permanenti $w2$.

5.4 Tensioni di esercizio

Tensione massima di compressione del calcestruzzo:

- $\sigma_c = 0.55 f_{ck} = 13.75 \text{ MPa}$ (combinazione rara);
- $\sigma_c = 0.40 f_{ck} = 10.0 \text{ MPa}$ (combinazione quasi permanente).

Tensione massima dell’acciaio:

- $\sigma_s = 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$ (combinazione rara).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 22 di 108

6 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Analizzando in dettaglio l'area di progetto, è possibile affermare come la zona, in genere pianeggiante, è costituita da una successione di piroclastiti di diversa natura; in particolare le unità litostratigrafiche che si rinvencono lungo il tracciato sono essenzialmente:

- Terreno di riporto (R)

$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_0 = 200 \text{ MPa}$	modulo elastico iniziale
$E' = 40 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo
$K_0 = 0,5$	coefficiente di spinta a riposo
$K_a = 0,333$	coefficiente di spinta attiva
$K_p = 4,288$	coefficiente di spinta passiva

- Depositi piroclastici rimaneggiate (DI)

$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 31,5^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 2,5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_0 = 300 \text{ MPa}$	modulo elastico iniziale
$E' = 60 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo
$K_0 = 0,477$	coefficiente di spinta a riposo
$K_a = 0,314$	coefficiente di spinta attiva
$K_p = 4,697$	coefficiente di spinta passiva

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 23 di 108

- Prodotti piroclastici di età recente (PO)

$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 34^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_o = 680 \text{ MPa}$	modulo elastico iniziale
$E' = 136 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo
$K_0 = 0,441$	coefficiente di spinta a riposo
$K_a = 0,283$	coefficiente di spinta attiva
$K_p = 5,504$	coefficiente di spinta passiva

- Tufo litoide (TL)

$\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 35 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_o = 2615 \text{ MPa}$	modulo elastico iniziale
$E' = 400 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo
$K_0 = 0,384$	coefficiente di spinta a riposo
$K_a = 0,238$	coefficiente di spinta attiva
$K_p = 7,232$	coefficiente di spinta passiva

- Tufo sfatto (TS)

$\gamma = 15,5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 36^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 2,5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_o = 1800 \text{ MPa}$	modulo elastico iniziale
$E' = 360 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo
$K_0 = 0,412$	coefficiente di spinta a riposo
$K_a = 0,259$	coefficiente di spinta attiva
$K_p = 6,289$	coefficiente di spinta passiva

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 24 di 108

- Piroclastiti di base (Pb)

$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 36^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 2,5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_0 = 1280 \text{ MPa}$	modulo elastico iniziale
$E' = 256 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo
$K_0 = 0,412$	coefficiente di spinta a riposo
$K_a = 0,259$	coefficiente di spinta attiva
$K_p = 6,289$	coefficiente di spinta passiva

Per la sezione di calcolo corrente è stato considerato il profilo stratigrafico di seguito riportato in tabella: tutte le quote sono riferite a quella di piano campagna.

TRATTO GIA' REALIZZATO				
Sigla	Strato	Spessore [m]	Quota [m]	Quota falda [m]
RV+Ripporto	Coltre vegetale+riporto	2.57	-2.57	-26.6
PO	Piroclastiti recenti	13.9	-16.47	
TS	Tufo sfatto	0.84	-17.31	
TL	Tufo litoide	3.87	-21.18	
TS	Tufo sfatto	1.83	-23.01	
PB	Piroclastiti di base	20.69	-43.7	

Tabella 1. *Stratigrafia terreno*

I parametri di deformabilità orizzontali del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle agenti sui diaframmi in c.c.a. Per un letto di molle distribuite la rigidità di ciascuna di esse, k , è data da:

- $k = E/L$ dove: E = modulo di rigidità del terreno
 L = grandezza geometrica caratteristica

La rigidità di ciascuna molla è data da:

- $K = E\Delta/L$ dove: Δ = distanza tra le molle nella schematizzazione ad elementi finiti

Il valore della grandezza caratteristica L differisce a seconda che ci si trovi in condizioni di spinta attiva o passiva, pertanto:

- $L_a = 2/3 l_a \tan(45^\circ - \phi'/2)$ in zona attiva
- $L_p = 2/3 l_p \tan(45^\circ + \phi'/2)$ in zona passiva

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 25 di 108				

Dove: $l_a = \min(l, 2H)$

$l_p = \min(l-H, H)$

l = altezza diaframma

H = altezza corrente dello scavo (in ogni caso $H > 1/10 l$)

Tale formulazione è illustrata nella pubblicazione di Becci e Nova (1987). Da questa è possibile assumere il parametro E , dipendente dalla storia tensionale del sito nonché dall'incremento locale dello stato tensionale.

n°	Strato	Profond. [cm]	Spess. [cm]	ϕ	E [kg/cmq]	Zona	Zona	Diaframm
						spinta attiva	spinta passiva	a centrale
						K [kg/cmcc]	K [kg/cmcc]	K [kg/cmcc]
1	Piroclastiti recenti	-1647	1390	34	1360	2.175	1.230	1.230
2	Tufo sfatto	-1731	84	36	3600	6.008	3.120	3.120
3	Tufo litoide	-2118	387	38	4000	6.974	3.318	3.318
4	Tufo sfatto	-2301	183	36	3600	6.008	3.120	3.120
5	Piroclastiti di base	-4370	2069	36	2560	4.272	2.218	2.218

Tabella 2. *Rigidezza molle*

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 26 di 108

Per le analisi d'interazione solettone di fondazione-terreno, si è utilizzata la costante di sottofondo K di Winkler. Il comportamento del terreno alla Winkler viene assimilato a quello di un letto di molle tra loro indipendenti. Si ammette che il mezzo in superficie reagisca proporzionalmente ai carichi applicati secondo la relazione:

$$q = k * w$$

in cui:

- q è il carico applicato;
- k è il modulo di reazione del terreno, detta anche costante di Winkler (daN/cm³);
- w è lo spostamento verticale in un punto.

I cedimenti sono valutati con il metodo edometrico per un carico agente pari ad un terzo del carico limite in fondazione. Le teoria di Winkler si basa sull'ipotesi di linearizzazione del rapporto tra sforzi e deformazioni. Dalla formula sopra citata si può quindi ricavare il valore del modulo di reazione del terreno k:

$$k = q / w \text{ (daN/cm}^3\text{)}$$

Il valore della costante orizzontale è ottenuto in funzione del valore della costante verticale e dell'angolo di attrito del terreno φ' secondo la relazione:

$$k_{or} = k * (1 - \text{sen } \varphi') \text{ (daN/cm}^3\text{)}$$

$$k = 2,551 \text{ daN/cm}^3$$

$$k_{or} = 1,052 \text{ daN/cm}^3$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 27 di 108				

7 CRITERI DI CALCOLO

7.1 Criteri e definizione dell'azione sismica

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico. L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma. Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative al solo Stato Limite di Danno;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel § 7 e siano soddisfatte le verifiche relative al solo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Per Stato Limite di Danno (SLD) s'intende che l'opera, nel suo complesso, a seguito del terremoto, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non provocare rischi agli utenti e non compromette significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali. Lo stato limite di esercizio comporta la verifica delle tensioni di lavoro, come riportato al § 4.1.2.2.5.

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidità) nei confronti delle azioni verticali.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 28 di 108

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto § 7.9.2, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica il comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

A riguardo del calcolo allo SLV, dovendo la struttura mantenere durante l'evento sismico un comportamento elastico, vengono eseguite le verifiche alle tensioni di esercizio (§ 4.1.2.2.5), assumendo come limite delle tensioni di esercizio quelle adottate per la combinazione caratteristica (rara). Tale condizione, in accordo al punto § 7.10.6.1, consente di ritenere soddisfatte anche le verifiche nei confronti dello SLD.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato. La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 75 anni, come specificato per "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h" al §1.1.1 Tab. 1.1.1-1 del manuale RFI "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario". La classe d'uso assunta è la III. Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 112.5 \text{ anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R in anni, vale: $T_R(SLV) = -\frac{V_r}{\ln(1 - P_{VR})} = 1068 \text{ anni}$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma, è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T_c^* .

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

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;

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e topografica (S_t);

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita V_n [anni]	Coeff. Uso	Periodo V_r [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
III	75.0	1.5	112.5	C	T1

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. 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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	29 di 108

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	14.353	40.915	
32980	14.350	40.882	3.666
32981	14.416	40.881	6.485
32759	14.417	40.931	5.645
32758	14.351	40.932	1.892

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	68.0	0.073	2.340	0.320
SLD	63.0	113.0	0.093	2.340	0.330
SLV	10.0	1068.0	0.221	2.470	0.360
SLC	5.0	2193.0	0.272	2.570	0.360

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>30 di 108</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	30 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	30 di 108								

Valutazione della pericolosità sismica

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

< 0.025
 0.025-0.050
 0.050-0.075
 0.075-0.100
 0.100-0.125
 0.125-0.150
 0.150-0.175
 0.175-0.200
 0.200-0.225
 0.225-0.250
 0.250-0.275
 0.275-0.300
 0.300-0.350
 0.350-0.400
 0.400-0.450
 0.450-0.500
 0.500-0.600
 0.600-0.700

Vertici della maglia elementare			
Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
32980	14.350	40.882	3.666
32981	14.416	40.881	6.485
32759	14.417	40.931	5.645
32758	14.351	40.932	1.892

Coordinate geografiche	
Località:	CASALNUOVO DI NAPOLI (NA) Trova
Longitudine:	14.3530 Latitudine: 40.9150 Applica

Parametri per le forme spettrali					
	Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c
SLO	81	68	0.073	2.340	0.320
SLD	63	113	0.093	2.340	0.330
SLV	10	1068	0.221	2.470	0.360
SLC	5	2193	0.272	2.570	0.360

Periodo di riferimento per l'azione sismica			
Vita Vn [anni]	Coefficiente uso Cu	Periodo Vr [anni]	Livello di sicurezza per esistenti %
75	1.5	112.5	100

Rimuovi limiti Vr e Tr (di norma NO) Reset Calcola

Nota: per il calcolo dei parametri sismici
 1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu

Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N [con N = 1,2,3,4,5]

Annulla
OK

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s \cdot S_t$ (3.2.5)

Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: 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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 31 di 108

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.073	1.500	2.340	0.851	0.163	0.489	1.890
SLD	0.093	1.500	2.340	0.965	0.167	0.500	1.973
SLV	0.221	1.373	2.470	1.567	0.177	0.530	2.484
SLC	0.272	1.281	2.570	1.808	0.177	0.530	2.687

Come già ricordato la verifica sismica viene condotta per un'opera ricadente in ex Zona Sismica 2 ($a_g=0.221$ g) e Categoria di Sottosuolo C.

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo i valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m * \frac{a_{\max}}{g} \qquad k_v = \pm 0.5 * k_h$$

Essendo l'opera in oggetto una struttura che non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m , assume il valore: $\beta_m=1$

Pertanto, il valore del coefficiente sismico orizzontale risulta:

$$(SLV) \quad k_h = \beta_m * \frac{a_{\max}}{g} = \beta_m * a_g * S = 0.304$$

Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (par. 7.11.6.2.1 D.M. 14.01.08), sono calcolate in regime di spinta a riposo. Per tener conto dell'incremento di spinta del terreno dovuta al sisma si fa riferimento all'EC8, in cui l'incremento di spinta sismica ΔP per la condizione a riposo risulta:

$$\Delta P_d = S * a_g / g * \gamma * h_{\text{tot}}^2 = k_h * \gamma * h_{\text{tot}}^2$$

Introducendo l'incremento di pressione del terreno con andamento costante lungo l'altezza del piedritto e con "h_{tot}" altezza dal piano stradale al piano medio della fondazione dello scatolare lo stesso può essere calcolato come:

$$dp_d = k_h * \gamma * h_{\text{tot}}$$

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 32 di 108

7.2 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle NTC.

7.2.1 Combinazioni per la verifica allo SLU e SLE

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

-SLU di tipo strutturale (STR)

raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche saranno condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1", utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.2.V per i parametri geotecnici e le azioni.

combinazione 1 → (A1+M1+R1) → STR

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	M ₁	M ₂
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1	1.25
Resistenza non drenata	c'_{uk}	γ_{cu}	1	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1	1

Tabella 3. Coefficienti parziali per i parametri del terreno

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO							
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 33 di 108

CARICHI	EFFETTO	SIMBOLO γ_F	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti strutturali o comp. definiti	favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali	favorevole	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.50	1.3
Variabili da traffico	favorevole	γ_Q	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.35	1.35	1.15
Variabili	favorevole	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.30

Tabella 4. Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{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 ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_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 ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

Tabella 5. Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (da manuale RFI)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: 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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 34 di 108

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_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	Ξ_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	Ξ_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	Ξ_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	Ξ_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

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

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 6. Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

	Azioni	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	⁽¹⁾	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	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 ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 7. Ulteriori coefficienti di combinazione ψ delle azioni

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 35 di 108				

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

Combinazione fondamentale 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) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

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

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

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

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

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>36 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	36 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	36 di 108								

8 ANALISI DEI CARICHI SOLETTONE INTERMEDIO

Nel presente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico. Vengono presi in considerazione n° 17 Casi Di Carico (CDC1÷CDC17), di seguito determinate. Tali Casi Di Carico saranno poi opportunamente combinati secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Tutte le valutazioni, analisi e verifiche sono state condotte in riferimento a tratti strutturali di lunghezza unitaria.

I principali parametri geometrici, risultano essere i seguenti:

- larghezza esterna dell'opera: $L = 21.55 \text{ m}$
- spessore della soletta intermedia: $S_{\text{sint}} = 1.00 \text{ m}$
- spessore del piedritto centrale: $S_{\text{pc}} = 1.00 \text{ m}$
- spessore della soletta di base canna sx: $S_{\text{fs}} = 0.90 \text{ m}$
- spessore della soletta di base canna dx: $S_{\text{fd}} = 0.90 \text{ m}$

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: 25 kN/m^3

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 37 di 108				

8.1 Peso proprio e carichi permanenti portati

Soletta superiore

Il peso proprio della struttura viene assunto dal programma di calcolo automaticamente in base al peso specifico del calcestruzzo appena riportato.

Tale carico viene considerato nel Caso Di Carico CDC 1.

Il carico permanente dovuto alla spinta orizzontale dei pali laterali è pari a:

$$q=16.000 \text{ daN}$$

il valore è ricavato dalla documentazione strutturale relativa alle strutture già realizzate in prima fase.

Tale carico viene considerato nel Caso Di Carico CDC 2.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	38 di 108

9 ANALISI SVOLTE PER SOLETTONE INTERMEDIO

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2018-04-181)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.
E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico, dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame **sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica**.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 39 di 108

Tipo di analisi strutturale	
Statica lineare	NO
Statica non lineare	SI
Sismica statica non lineare	SI
Azione sismica	
Norma applicata per l'azione sismica	D.M. 14-01-2008
Combinazioni dei casi di carico	
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	NO
SLO	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	NO
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	NO

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA	<table><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>GA.01.L0.002</td><td>C</td><td>40 di 108</td></tr></tbody></table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	40 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	40 di 108								

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F} \quad \text{dove}$$

\mathbf{K} = matrice di rigidezza \mathbf{u} = vettore spostamenti nodali \mathbf{F} = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo BEAM (trave-D2)
- Elemento tipo TRUSS (biella-D2)
- Elemento tipo BOUNDARY (molla)

Modello strutturale realizzato con:	
nodi	2
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	1
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	2155.00
Ymin =	0.00
Ymax =	0.00
Zmin =	0.00
Zmax =	0.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 41 di 108				

Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.) .

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 42 di 108

9.1 Modellazione dei materiali

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<i>Young</i>	modulo di elasticità normale
<i>Poisson</i>	coefficiente di contrazione trasversale
<i>G</i>	modulo di elasticità tangenziale
<i>Gamma</i>	peso specifico
<i>Alfa</i>	coefficiente di dilatazione termica

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	cemento armato		
	Rck	resistenza caratteristica cubica	
	Fctm	resistenza media a trazione semplice	

Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
1	Calcestruzzo Classe C25/30		3.145e+05	0.20	1.310e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	300.0					
	fctm	25.6					

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
				IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	43 di 108		

9.2 Modellazione delle sezioni

Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidità
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidità degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Doppio T: bi=100 ba=45 bs=100 ht=100 hi=22.5 hs=22.5	6975.00	0.0	0.0	2.828e+06	4.168e+06	7.571e+06	8.335e+04	1.514e+05	1.403e+05	2.084e+05

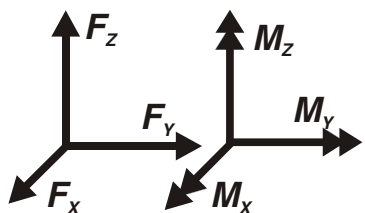
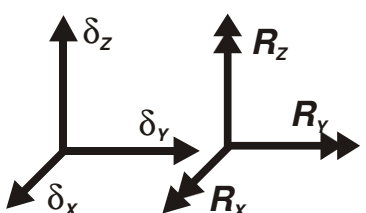
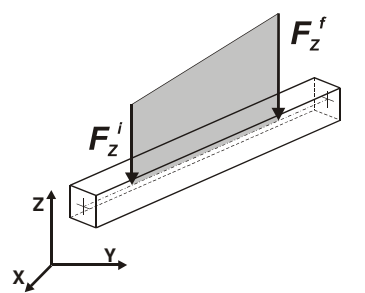
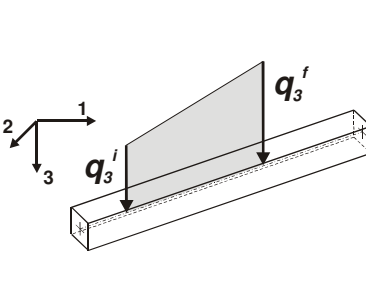
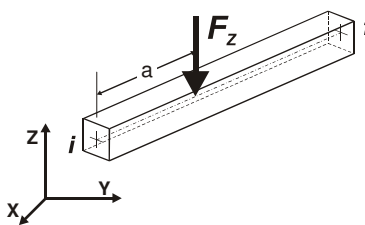
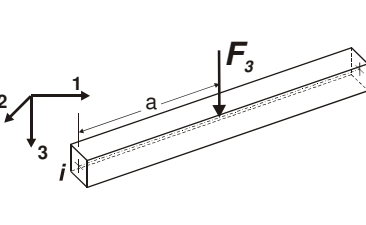
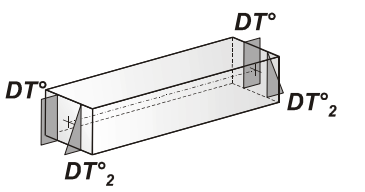
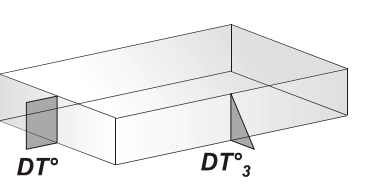
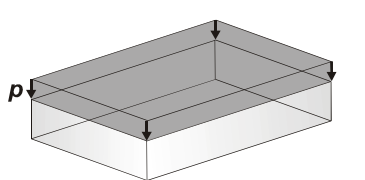
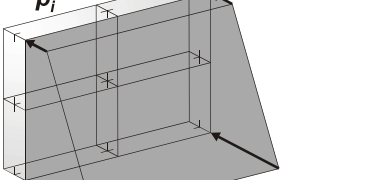
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 44 di 108

9.3 Modellazione delle azioni

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento Tx,Ty,Tz, rotazione Rx,Ry,Rz)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di inizio carico) 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di inizio carico) 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati (Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz,ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, ascissa di carico)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	45 di 108

 <p>Carico concentrato o nodale</p>	 <p>Spostamenti o impresso</p>
 <p>Carico distribuito globale</p>	 <p>Carico distribuito locale</p>
 <p>Carico concentrato o globale</p>	 <p>Carico concentrato locale</p>
 <p>Carico termico 2D</p>	 <p>Carico termico 3D</p>
 <p>Carico pressione uniforme</p>	 <p>Carico pressione variabile</p>

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 46 di 108

Tipo carico distribuito globale su trave

Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
1	CN:Fx= 1.600e+04	1.600e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 47 di 108

9.4 Schematizzazione dei casi di carico

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	Sigl a	Tipo	Descrizione
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Pk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	48 di 108

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

In coda alla tabella dei casi di carichi gli stessi vengono riportati per sintesi in forma grafica.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gk	CDC=G1k (permanente generico)	Nodo: 1 Azione : CN:Fx= 1.600e+04

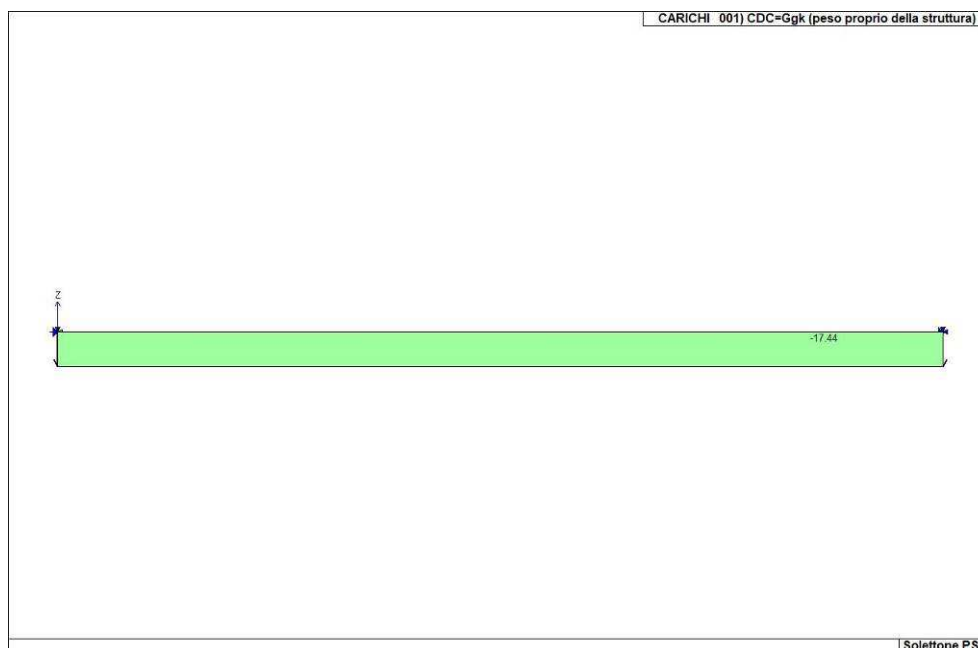


Figura 12. Caso di carico CDC 1 (peso proprio della struttura)

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 49 di 108



Figura 13. *Caso di carico CDC 2 (permanente generico)*

APPALTATORE: Mandatária: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: Mandatária: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>51 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	51 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	51 di 108								

9.6 Risultati

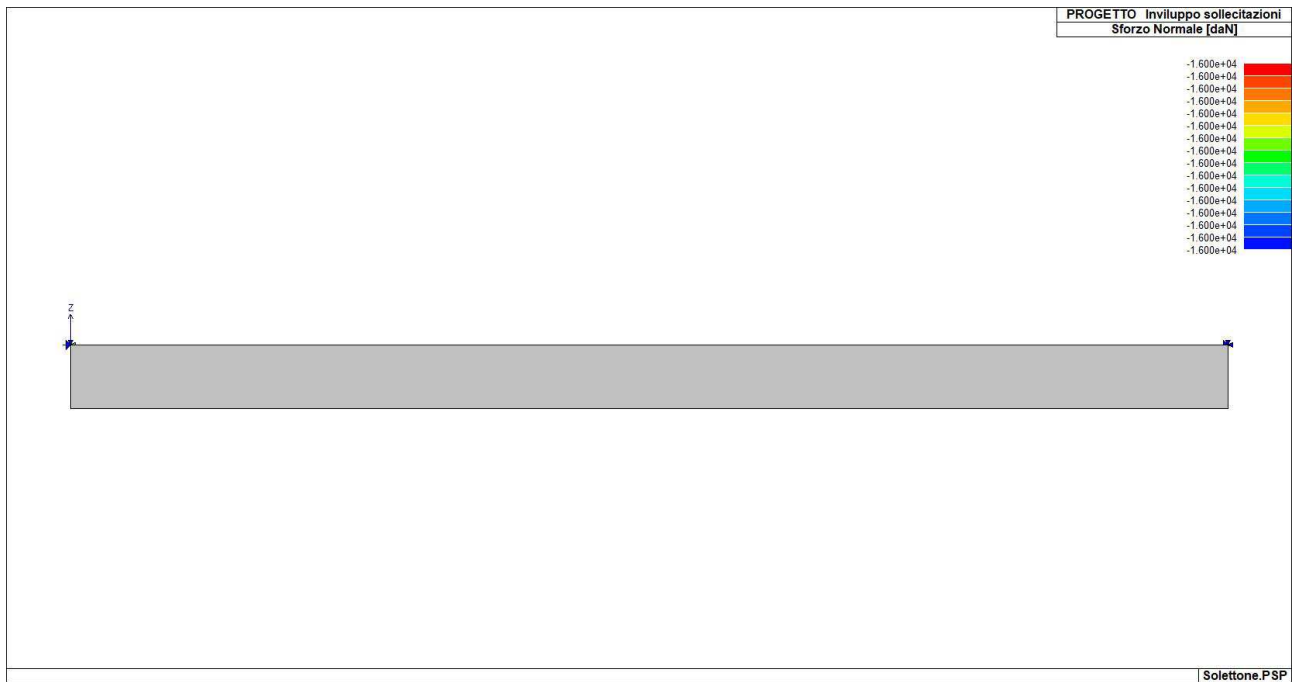


Figura 14. *Inviluppo dello sforzo normale del solettone*

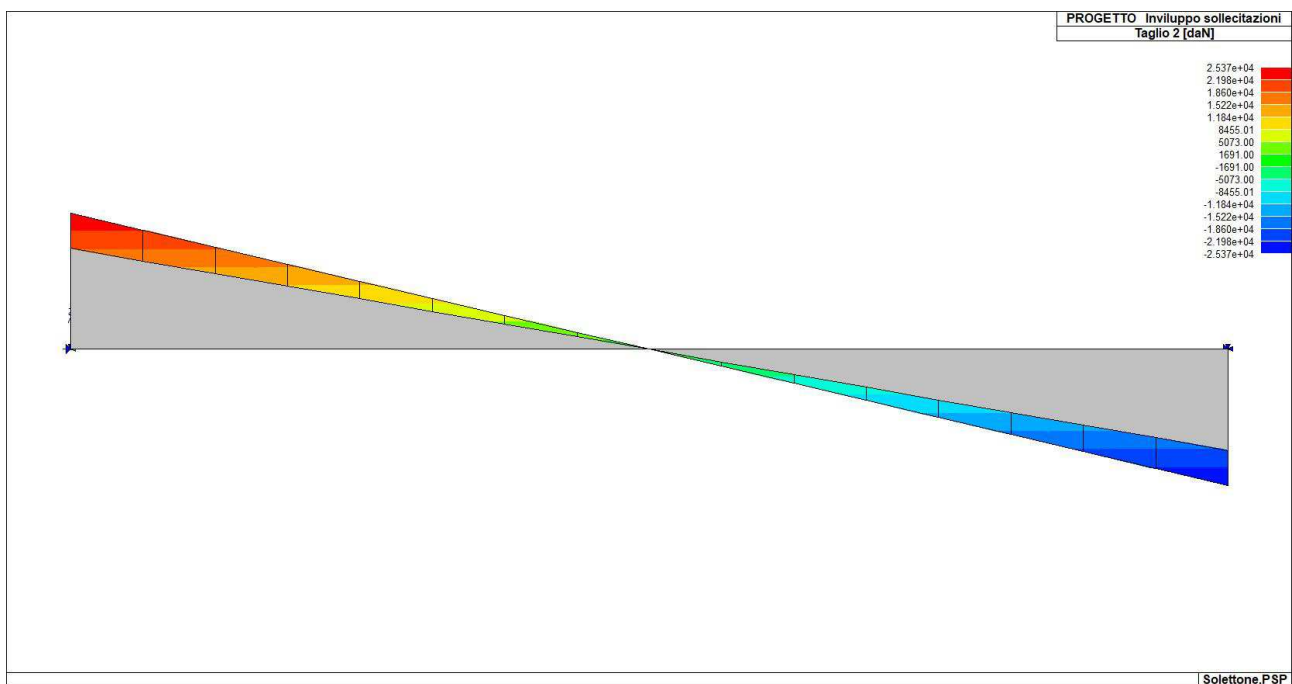


Figura 15. *Inviluppo del taglio del solettone*

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 52 di 108

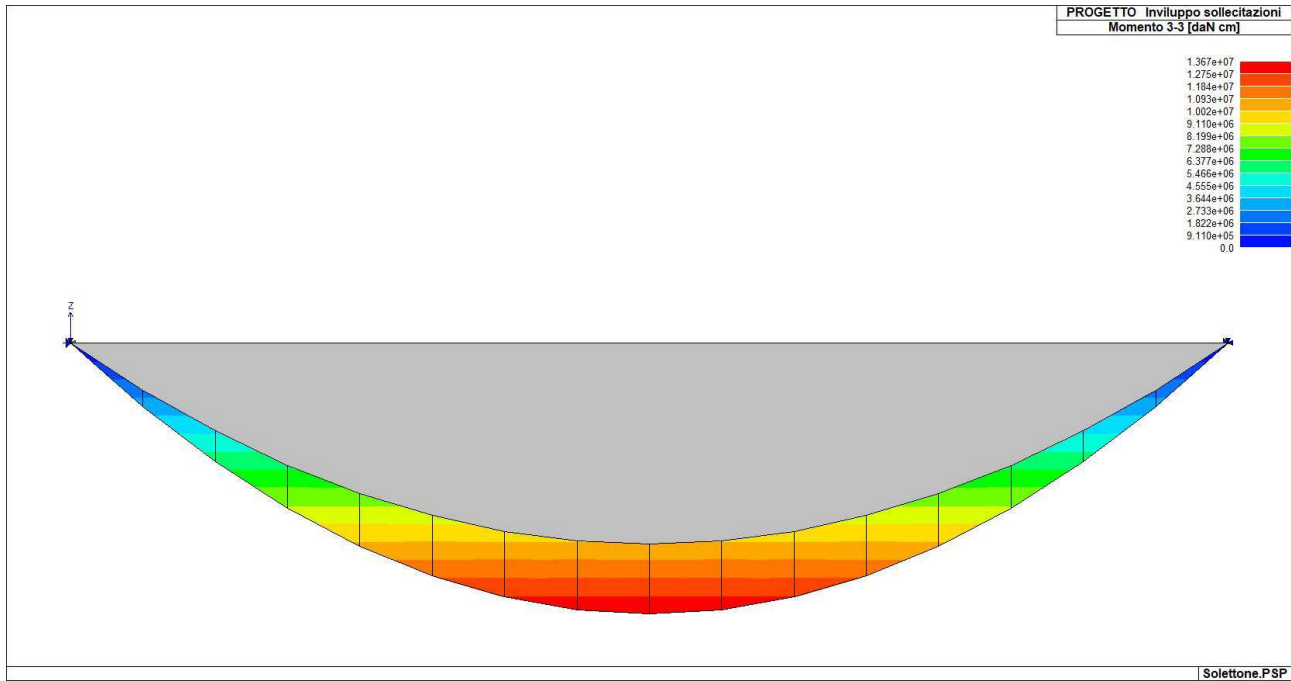


Figura 16. *Inviluppo del momento flettente del solettone*

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 53 di 108

10 ANALISI DEI CARICHI SOLETTONE DI FONDAZIONE E FODERE

Nel presente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico. Vengono presi in considerazione n° 7 Casi Di Carico (CDC1÷CDC7), di seguito determinate. Tali Casi Di Carico saranno poi opportunamente combinati secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Tutte le valutazioni, analisi e verifiche sono state condotte in riferimento a tratti strutturali di lunghezza unitaria.

I principali parametri geometrici, risultano essere i seguenti:

- spessore totale medio della soletta di fondo $S_s = 0.90 \text{ m}$
- spessore nominale fodere esterne $S_f = 0.25 \text{ m}$
- spessore di calcolo fodere esterne $S_f = 0.20 \text{ m}$
- spessore nominale fodere interne $S_f = 0.35 \text{ m}$
- spessore di calcolo fodere interne $S_f = 0.28 \text{ m}$
- larghezza esterna dell'opera: $L = 20.29 \text{ m}$
- altezza dell'opera: $H = 8.64 \text{ m}$

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: 25 kN/m^3

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>54 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	54 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	54 di 108								

10.1 Peso proprio e carichi permanenti portati

Soletta di fondazione

Il peso della massicciata sul solettone di fondazione è stato considerato come carico uniformemente distribuito, applicato su una larghezza di 7,70 m, tenendo conto di un peso di volume di 18 kN/m³ ed uno spessore medio pari a 0,90 m:

- peso ballast $0.90 * 18 =$ **16.20 kN/m**

Tale carico viene considerato nel Caso Di Carico CDC 1.

10.2 Spinta idrostatica

Per l'opera in oggetto non si ha interazione con la falda idrica.

Tali carichi vengono rispettivamente considerati nel Caso Di Carico CDC 2.

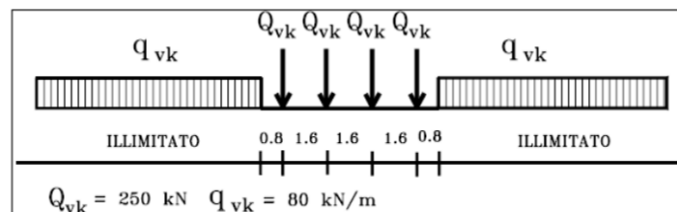
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 55 di 108

10.3 Carichi accidentali

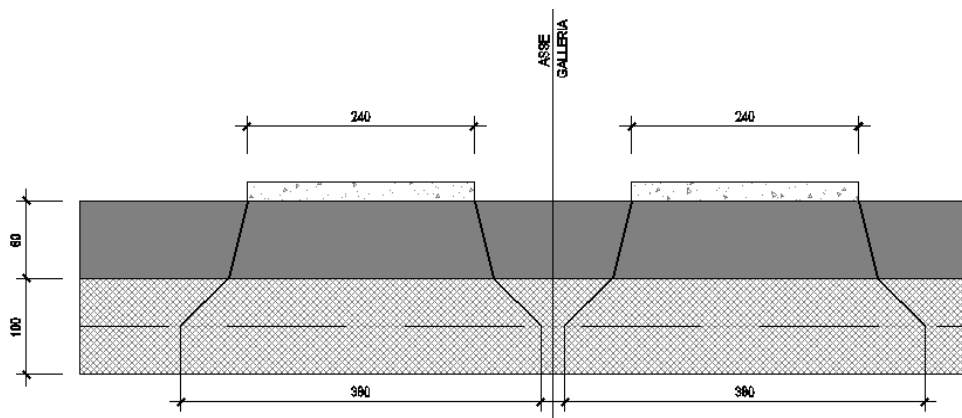
I carichi accidentali considerati sono generati dal traffico ferroviario.

E' stato considerato il treno di carico LM71 che schematizza gli effetti prodotti dal traffico ferroviario normale e risulta costituito da:

- quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m ($Q_{vk} = 250$ kN);
- carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,80 m dagli assi di estremità e per una lunghezza illimitata ($q_{vk} = 80$ kN/m).



In direzione longitudinale i carichi concentrati vengono considerati come uniformemente ripartiti. In direzione trasversale i carichi vengono ripartiti, a partire da una dimensione pari alla larghezza della traversa (2,40 m per la galleria di sinistra) fino al piano medio del traverso di fondazione dello scatolare, adottando una diffusione 4:1 all'interno dello strato di ballast e di 1:1 nello strato di calcestruzzo della fondazione stessa.



Il valore del carico uniformemente distribuito, applicato dunque su una striscia di 3,80 m, è stato quindi così calcolato:

- carico LM71: 1000 kN
- diffusione longitudinale: $(1.60 * 3) + (0.80 * 2) = 6.40$ m
- carico distribuito per metro: $1000 / 6.40 = 156.25$ kN/m

$$q_{\text{treno}} = 156.25 / 3.80 = 41.12 \text{ kN/m}^2$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		<u>Mandatario:</u> 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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 56 di 108

Tale carico è stato, infine, moltiplicato per un coefficiente di adattamento $\alpha = 1,1$; pertanto:

$$Q_{\text{treno, calc}} = 41.12 * 1.1 = \mathbf{45.23 \text{ kN/m}^2}$$

Tali carichi vengono considerati nei Casi Di Carico CDC 4 e 5 (carico su binario di sinistra e carico su binario di destra).

10.4 Azione sismica

Le sovraspinte sismiche del terreno e dell'acqua, valutate come riportato in seguito, vengono considerate nei seguenti Casi Di Carico:

- a) sovraspinta e spinta inerziale degli elementi strutturali agenti in direzione longitudinale positiva (X+) CDC 6
- b) sovraspinta e spinta inerziale degli elementi strutturali agenti in direzione longitudinale positiva (X-) CDC 7

10.4.1 Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

La risultante delle forze inerziali orizzontali indotte dal sisma viene valutata con la seguente espressione:

$$F_h = P * k_h$$

$$(SLV) \quad k_h = \beta_m * \frac{a_{max}}{g} = 0.304$$

P = peso proprio;

k = coefficienti sismici.

L'accelerazione massima orizzontale, sono state applicate alla struttura moltiplicando il peso proprio strutturale, calcolato in automatico dal software, rispettivamente per

$$ag/g * S_s * S_t = \pm 0.221 * 1.372 * 1.00 = \pm 0.304$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 57 di 108

Per tenere conto dell'accelerazione sismica nelle fodere delle gallerie e nella soletta di fondazione si considerano:

- a) l'incremento della spinta del terreno laterale applicata sulle fodere, in funzione dell'inerzia delle stesse rispetto all'inerzia dei pali laterali, con una distribuzione di carico costante, considerando la teoria di Wood:

$$\Delta P_{\text{spinta terreno, sisma fodera}} = (\gamma^*) * H * ag/g * Ss * St * I_2 / (I_1 + I_2) \text{ con:}$$

γ^* = valore del peso specifico del terreno pesato tra i vari strati

I_1 = momento d'inerzia del diaframma con base 1.00 m e altezza pari allo spessore del diaframma

I_2 = momento d'inerzia della fodera con base 1.00 m e altezza pari allo spessore della stessa

Spinta statica Wood

sez.	stratigrafia	H m	z m	$\gamma t (\gamma')$ kN/m ³	γ^* kN/m ³	$ag * Ss * St$ -	ΔP kN/m
0	piano campagna	0	0	-	-	-	-
1	rinterro	2.57	2.57	18.0	17.03	0.304	96.92
2	asse sol. superiore	3.27	0.70	18.0			
3	asse sol. copertura	10.07	6.80	18.0			
4	inizio diaframma	10.57	0.50	18.0			
5	piroclastiti recenti	16.47	5.90	16.0			
6	tufo sfatto	17.31	0.84	15.5			
7	asse sol. fondo	18.72	1.41	15.0			

Tabella 8. Spinta di Wood

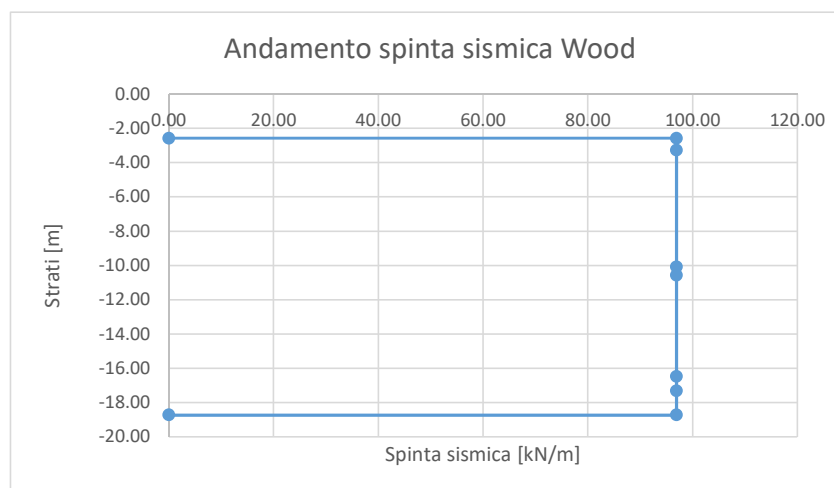


Figura 17. Diagramma andamento spinta Wood

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
				IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	58 di 108		

1-Diaframma			2-Fodera					
B1	H1	I1	B2	H2	I2	I2/(I1+I2)	Δpwood	Δpwood fodera
m	m	m ⁴	m	m	m ⁴	-	kN/m	kN/m
1.0	1.2	0.144	1.0	0.30	0.0023	0.015	96.92	1.49

Figura 18. Spinta Wood su fodera esterna

- b) le spinte inerziali sulle fodere laterali con una distribuzione di carico uniforme in direzione orizzontale pari a:

$$Q_{\text{sis cls, fodera, est}} = \pm \gamma_{\text{cls}} * s_{\text{fodere, lat}} * ag/g * Ss * St = \pm 25.00 \text{ kN/m}^3 * 0.20 \text{ m} * 0.304 = \pm 1.52 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{\text{sis cls, fodera, int}} = \pm \gamma_{\text{cls}} * s_{\text{fodere, lat}} * ag/g * Ss * St = \pm 25.00 \text{ kN/m}^3 * 0.28 \text{ m} * 0.304 = \pm 2.13 \text{ kN/m}^2$$

- c) le spinte inerziali sul solettone di fondo con una distribuzione di carico uniforme in direzione orizzontale pari a:

$$Q_{\text{sis cls, solettone}} = \pm \gamma_{\text{cls}} * s_{\text{solettone}} * ag/g * Ss * St = \pm 25.00 \text{ kN/m}^3 * 0.90 \text{ m} * 0.304 = \pm 6.84 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{\text{sis ballast}} = \pm \gamma_{\text{ballast}} * s_{\text{ballast}} * ag/g * Ss * St = \pm 18.00 \text{ kN/m}^3 * 0.90 \text{ m} * 0.304 = \pm 4.92 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{\text{sis marciapiedi}} = \pm \gamma_{\text{marciapiedi}} * s_{\text{marciapiedi}} * ag/g * Ss * St = \pm 20.00 \text{ kN/m}^3 * 1.35 \text{ m} * 0.304 = \pm 8.21 \text{ kN/m}^2$$

- d) le spinte inerziali agenti sul piedritto centrale con una distribuzione di carico uniforme pari a:

$$Q_{\text{sis, cor, cen}} = \pm \gamma_{\text{cls}} * s_{\text{cord, cen}} * ag/g * Ss * St = \pm 25.00 \text{ kN/m}^3 * 1.00 \text{ m} * 0.304 = \pm 7.6 \text{ kN/m}^2$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 59 di 108

11 ANALISI SVOLTE SOLETTONE DI FONDAZIONE E FODERE

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2018-04-181)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico, dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame **sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica**.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 60 di 108

Tipo di analisi strutturale	
Statica lineare	NO
Statica non lineare	SI
Sismica statica non lineare	SI
Azione sismica	
Norma applicata per l'azione sismica	D.M. 14-01-2008
Combinazioni dei casi di carico	
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	NO
SLO	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	NO
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	NO

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici.

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> <u>Mandante:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>61 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	61 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	61 di 108								

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F} \quad \text{dove}$$

\mathbf{K} = matrice di rigidezza \mathbf{u} = vettore spostamenti nodali \mathbf{F} = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo BEAM (trave-D2)
- Elemento tipo TRUSS (biella-D2)

Modello strutturale realizzato con:	
nodi	15
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	14
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	2000.00
Ymin =	0.00
Ymax =	0.00
Zmin =	-1872.00
Zmax =	-1027.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 62 di 108

Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.).

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 63 di 108

11.1 Modellazione dei materiali

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<i>Young</i>	modulo di elasticità normale
<i>Poisson</i>	coefficiente di contrazione trasversale
<i>G</i>	modulo di elasticità tangenziale
<i>Gamma</i>	peso specifico
<i>Alfa</i>	coefficiente di dilatazione termica

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	cemento armato		
	Rck		resistenza caratteristica cubica
	Fctm		resistenza media a trazione semplice

Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
1	Calcestruzzo Classe C25/30		3.145e+05	0.20	1.310e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	300.0					
	fctm	25.6					

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	64 di 108

11.2 Modellazione delle sezioni

Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidità
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidità degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Rettangolare: h=20	b=1002000.00	1666.67	1666.67	2.331e+05	1.667e+06	6.667e+04	3.333e+04	6666.67	5.000e+04	1.000e+04
2	Rettangolare: h=90	b=1009000.00	7500.00	7500.00	1.132e+07	7.500e+06	6.075e+06	1.500e+05	1.350e+05	2.250e+05	2.025e+05
3	Rettangolare: h=28	b=1002800.00	2333.33	2333.33	6.027e+05	2.333e+06	1.829e+05	4.667e+04	1.307e+04	7.000e+04	1.960e+04
4	Rettangolare: h=100	b=1001.000e+04	8333.33	8333.33	1.406e+07	8.333e+06	8.333e+06	1.667e+05	1.667e+05	2.500e+05	2.500e+05

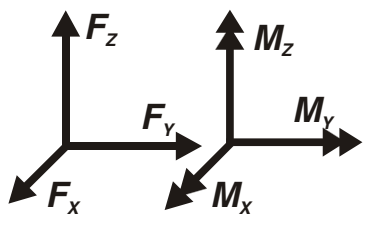
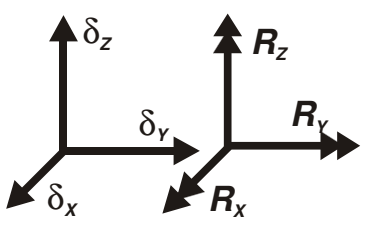
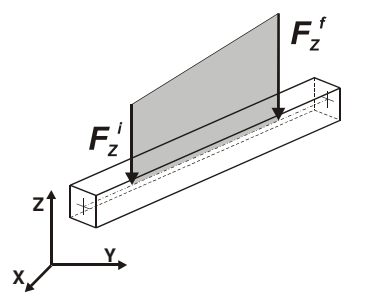
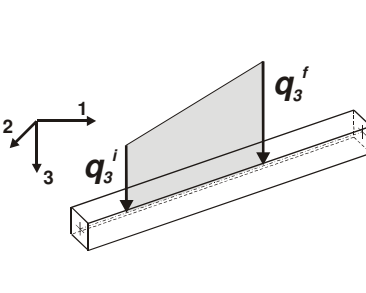
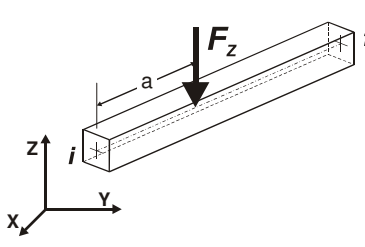
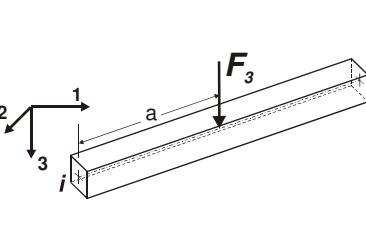
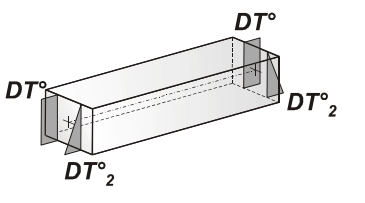
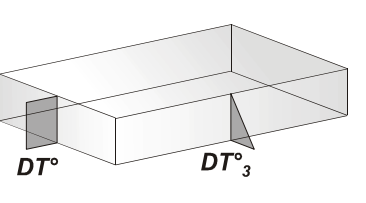
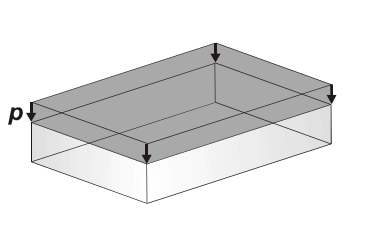
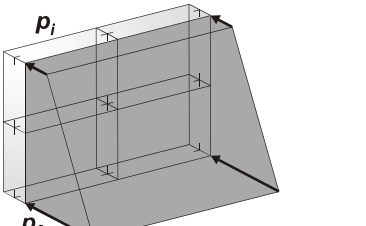
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 65 di 108

11.3 Modellazione delle azioni

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento Tx, Ty, Tz, rotazione Rx, Ry, Rz)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati (fx, fy, fz, mx, my, mz, ascissa di inizio carico) 7 dati (fx, fy, fz, mx, my, mz, ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati (f1, f2, f3, m1, m2, m3, ascissa di inizio carico) 7 dati (f1, f2, f3, m1, m2, m3, ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz, ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, ascissa di carico)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 66 di 108
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA						

 <p>Carico concentrato o nodale</p>	 <p>Spostamenti o impresso</p>
 <p>Carico distribuito globale</p>	 <p>Carico distribuito locale</p>
 <p>Carico concentrato o globale</p>	 <p>Carico concentrato locale</p>
 <p>Carico termico 2D</p>	 <p>Carico termico 3D</p>
 <p>Carico pressione uniforme</p>	 <p>Carico pressione variabile</p>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 67 di 108

Tipo	carico distribuito globale su trave
-------------	--

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
1	Q ballast FOND	0.0	0.0	0.0	-16.20	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-16.20	0.0	0.0	0.0
2	Q marciapiede FOND	0.0	0.0	0.0	-27.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-27.00	0.0	0.0	0.0
3	Inerzia piedritto +	0.0	7.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	7.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	Inerzia piedritto -	0.0	-7.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-7.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	Traffico ferroviario FOND	0.0	0.0	0.0	-45.23	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-45.23	0.0	0.0	0.0
7	Spinta sismica wood + PAR	0.0	1.49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	1.49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	Inerzia fodere 20 +	0.0	1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Inerzia fodere 20 -	0.0	-1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Inerzia solettone fondo +	0.0	6.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	6.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	Inerzia solettone fondo -	0.0	-6.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-6.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	Inerzia marciapiedi +	0.0	8.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	8.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Inerzia marciapiedi -	0.0	-8.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-8.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	Inerzia ballast +	0.0	4.92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	4.92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	Inerzia ballast -	0.0	-4.92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-4.92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	Inerzia fodere 28 +	0.0	2.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	2.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	Inerzia fodere 28 -	0.0	-2.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-2.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	Spinta sismica wood - PAR	0.0	-1.49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-1.49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 68 di 108

11.4 Schematizzazione dei casi di carico

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	Sigl a	Tipo	Descrizione
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Pk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 69 di 108

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

In coda alla tabella dei casi di carichi gli stessi vengono riportati per sintesi in forma grafica.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
3	Gk	CDC=G2k (permanente generico n.c.d.) BALLAST e MARCIAPIEDI	D2 :da 4 a 5 Azione : Q marciapiede FOND D2 : 6 Azione : Q ballast FOND D2 : 9 Azione : Q marciapiede FOND D2 : 10 Azione : Q ballast FOND D2 : 12 Azione : Q marciapiede FOND D2 :da 13 a 14 Azione : Q ballast FOND
4	Qk	CDC=Qk (variabile generico) TRENO SX	D2 : 10 Azione : Traffico ferroviario FOND D2 : 13 Azione : Traffico ferroviario FOND
5	Qk	CDC=Qk (variabile generico) TRENO DX	D2 : 6 Azione : Traffico ferroviario FOND D2 : 14 Azione : Traffico ferroviario FOND
6	Qk	CDC=Qk (variabile generico) SISMA +	D2 :da 4 a 6 Azione : Inerzia solettone fondo + D2 :da 4 a 5 Azione : Inerzia marciapiedi + D2 : 6 Azione : Inerzia ballast + D2 : 6 Azione : Inerzia solettone fondo + D2 : 7 Azione : Inerzia piedritto + D2 : 8 Azione : Spinta sismica wood + PAR D2 : 8 Azione : Inerzia fodere 20 + D2 :da 9 a 10 Azione : Inerzia solettone fondo + D2 :da 9 a 10 Azione : Inerzia marciapiedi + D2 : 11 Azione : Inerzia fodere 28 + D2 :da 12 a 14 Azione : Inerzia solettone fondo + D2 :da 12 a 14 Azione : Inerzia marciapiedi +
7	Qk	CDC=Qk (variabile generico) SISMA -	D2 :da 4 a 6 Azione : Inerzia solettone fondo - D2 :da 4 a 5 Azione : Inerzia marciapiedi - D2 : 6 Azione : Inerzia ballast - D2 : 6 Azione : Inerzia solettone fondo - D2 : 7 Azione : Inerzia piedritto - D2 : 8 Azione : Inerzia fodere 20 - D2 :da 9 a 10 Azione : Inerzia solettone fondo - D2 :da 9 a 10 Azione : Inerzia marciapiedi - D2 : 11 Azione : Inerzia fodere 28 - D2 : 11 Azione : Spinta sismica wood - PAR

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	70 di 108

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			D2 :da 12 a 14 Azione : Inerzia solettone fondo -
			D2 :da 12 a 14 Azione : Inerzia marciapiedi -

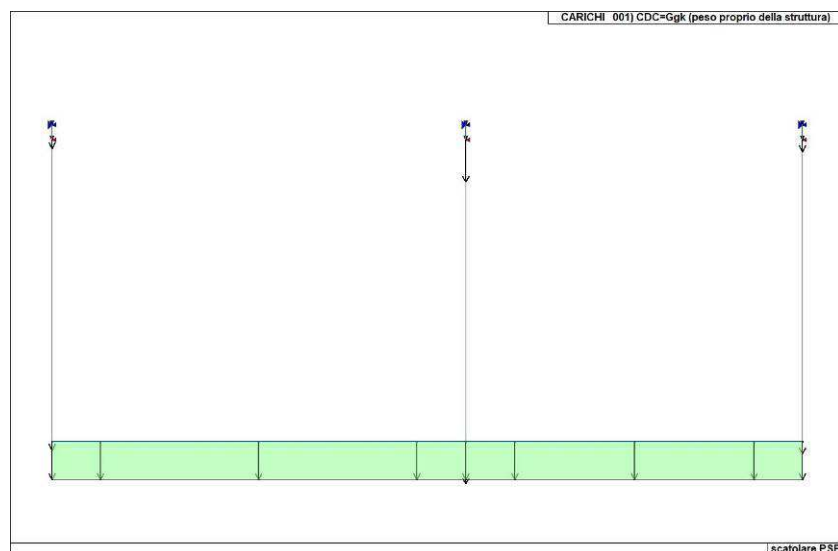


Figura 19. Caso di carico CDC 1 (Peso proprio della struttura)

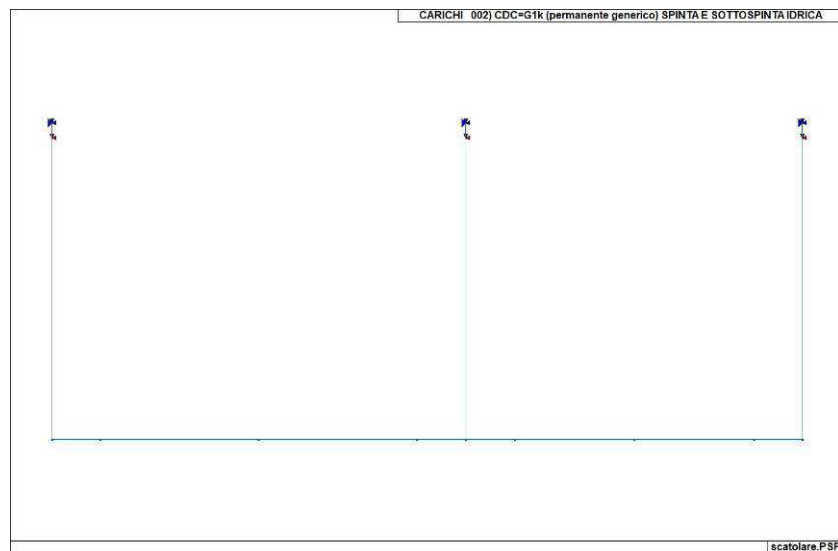


Figura 20. Caso di carico CDC 2 (Permanente spinta e sottospinta)

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. PAGINA C 71 di 108

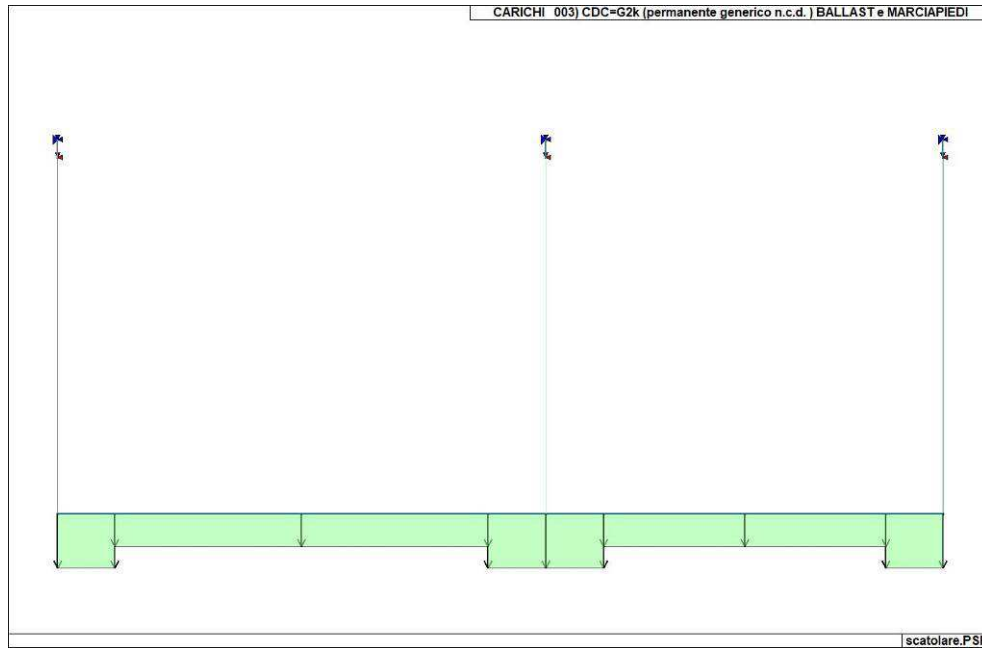


Figura 21. Caso di carico CDC 3 (Permanente ballast e marciapiedi)

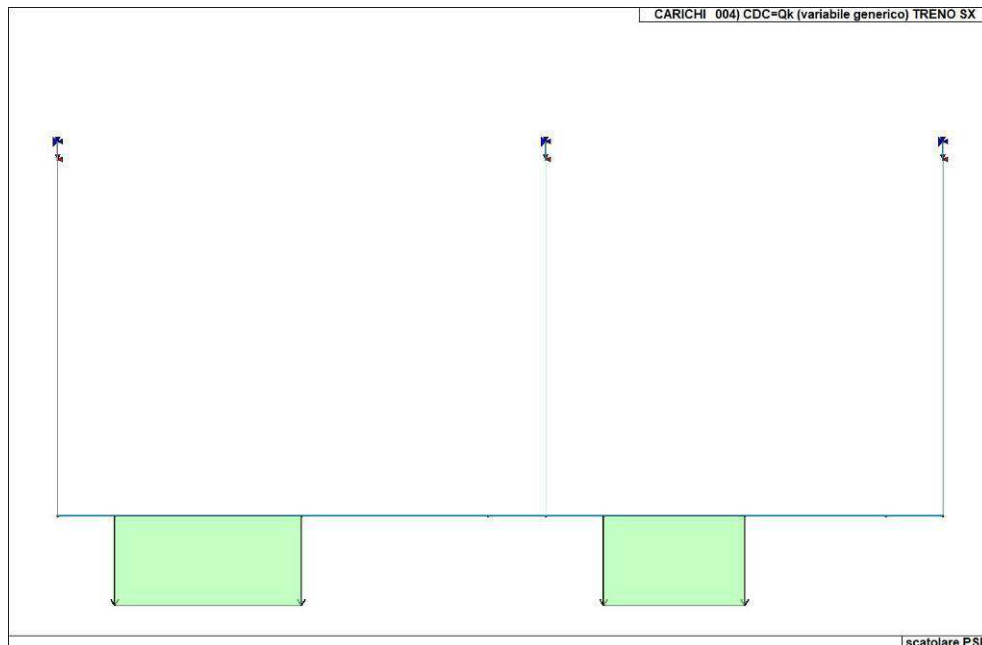


Figura 22. Caso di carico CDC 4 (Treno binario sinistra)

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 72 di 108

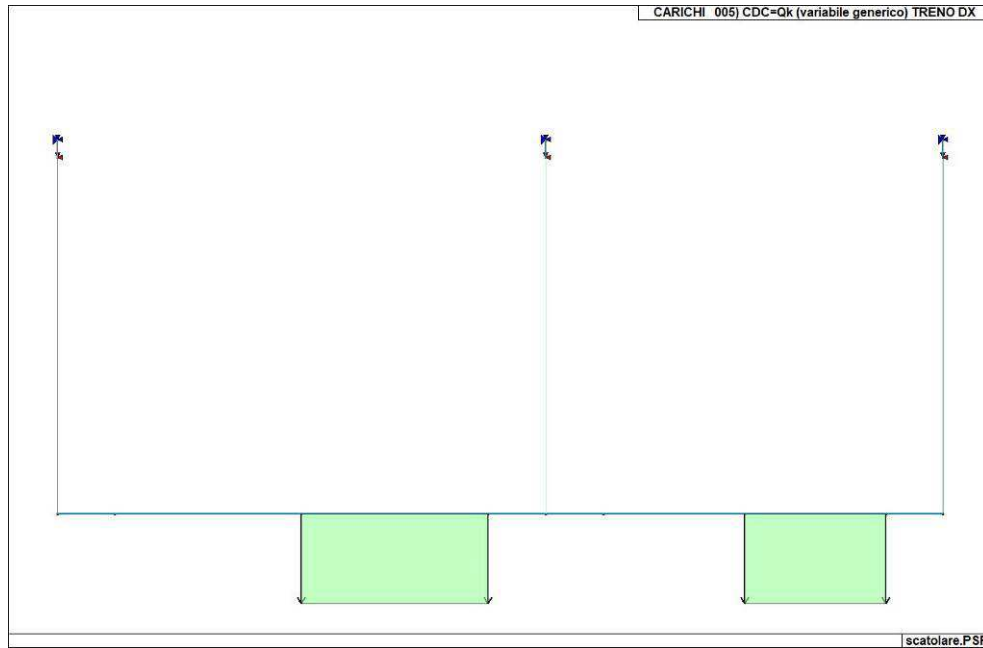


Figura 23. Caso di carico CDC 5 (Treno binario destra)

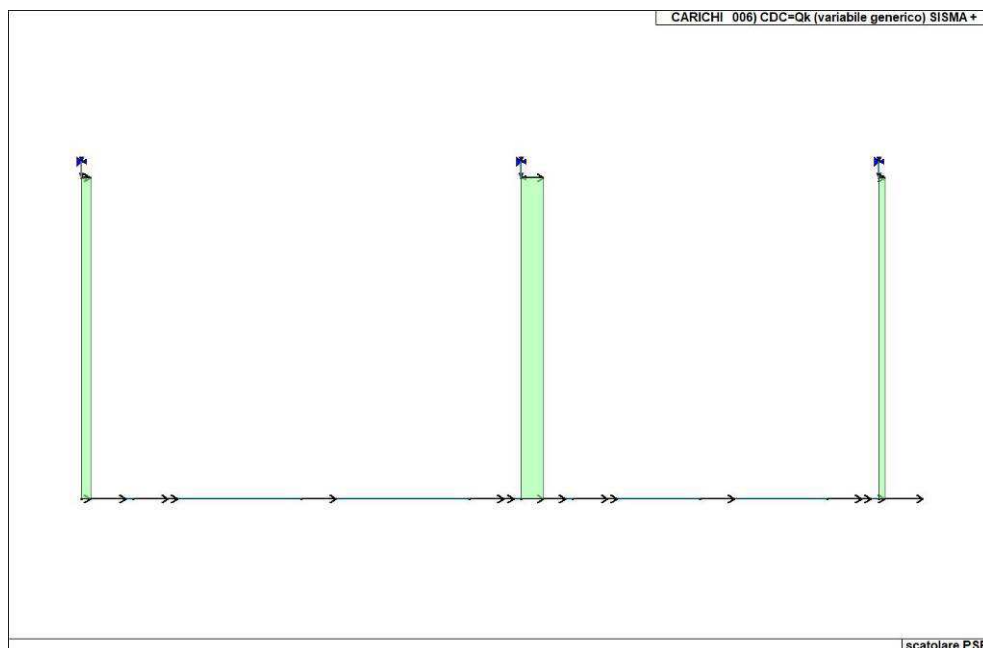


Figura 24. Caso di carico CDC 6 (Sisma X+)

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 73 di 108

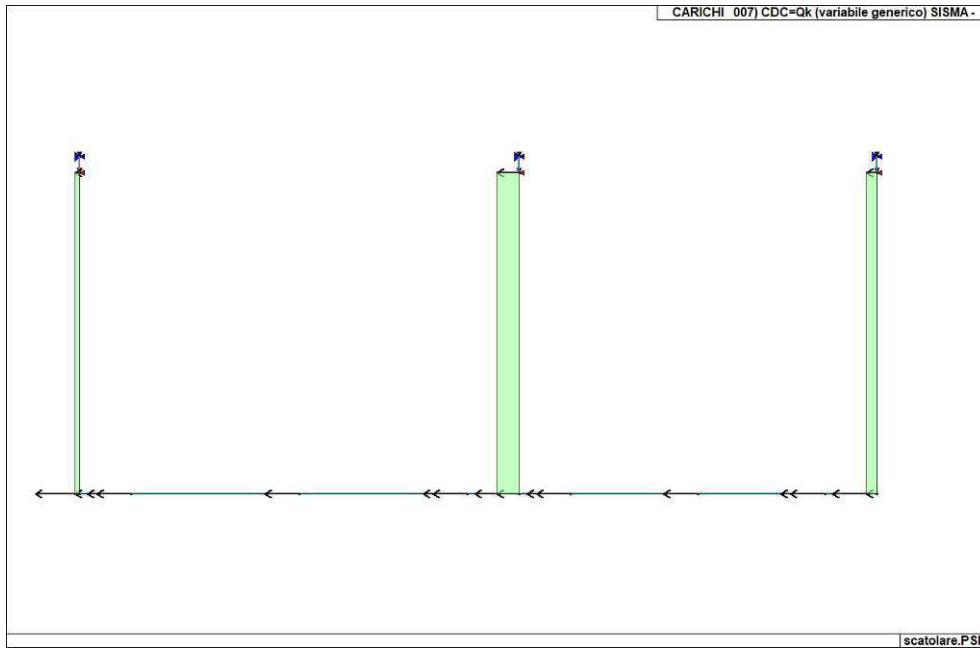


Figura 25. Caso di carico CDC 7 (Sisma X-)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>74 di 108</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	74 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	74 di 108								

11.5 Definizione delle combinazioni

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
3	Gk	CDC=G2k (permanente generico n.c.d.) BALLAST e MARCIAPIEDI	D2 :da 4 a 5 Azione : Q marciapiede FOND D2 : 6 Azione : Q ballast FOND D2 : 9 Azione : Q marciapiede FOND D2 : 10 Azione : Q ballast FOND D2 : 12 Azione : Q marciapiede FOND D2 :da 13 a 14 Azione : Q ballast FOND
4	Qk	CDC=Qk (variabile generico) TRENO SX	D2 : 10 Azione : Traffico ferroviario FOND D2 : 13 Azione : Traffico ferroviario FOND
5	Qk	CDC=Qk (variabile generico) TRENO DX	D2 : 6 Azione : Traffico ferroviario FOND D2 : 14 Azione : Traffico ferroviario FOND
6	Qk	CDC=Qk (variabile generico) SISMA +	D2 :da 4 a 6 Azione : Inerzia solettone fondo + D2 :da 4 a 5 Azione : Inerzia marciapiedi + D2 : 6 Azione : Inerzia ballast + D2 : 6 Azione : Inerzia solettone fondo + D2 : 7 Azione : Inerzia piedritto + D2 : 8 Azione : Spinta sismica wood + PAR D2 : 8 Azione : Inerzia fodere 20 + D2 :da 9 a 10 Azione : Inerzia solettone fondo + D2 :da 9 a 10 Azione : Inerzia marciapiedi + D2 : 11 Azione : Inerzia fodere 28 + D2 :da 12 a 14 Azione : Inerzia solettone fondo + D2 :da 12 a 14 Azione : Inerzia marciapiedi +
7	Qk	CDC=Qk (variabile generico) SISMA -	D2 :da 4 a 6 Azione : Inerzia solettone fondo - D2 :da 4 a 5 Azione : Inerzia marciapiedi - D2 : 6 Azione : Inerzia ballast - D2 : 6 Azione : Inerzia solettone fondo - D2 : 7 Azione : Inerzia piedritto - D2 : 8 Azione : Inerzia fodere 20 - D2 :da 9 a 10 Azione : Inerzia solettone fondo - D2 :da 9 a 10 Azione : Inerzia marciapiedi - D2 : 11 Azione : Inerzia fodere 28 - D2 : 11 Azione : Spinta sismica wood - PAR D2 :da 12 a 14 Azione : Inerzia solettone fondo - D2 :da 12 a 14 Azione : Inerzia marciapiedi -

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 75 di 108

11.6 Risultati

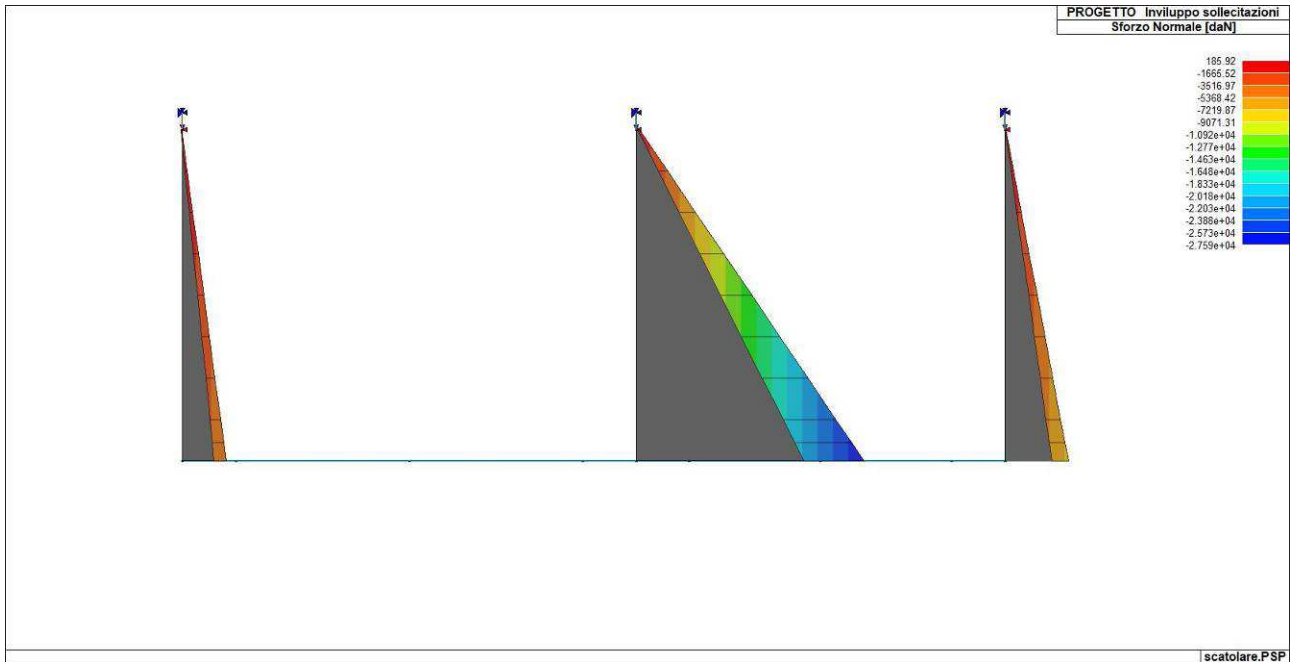


Figura 26. Involuppo dello sforzo normale delle fodere

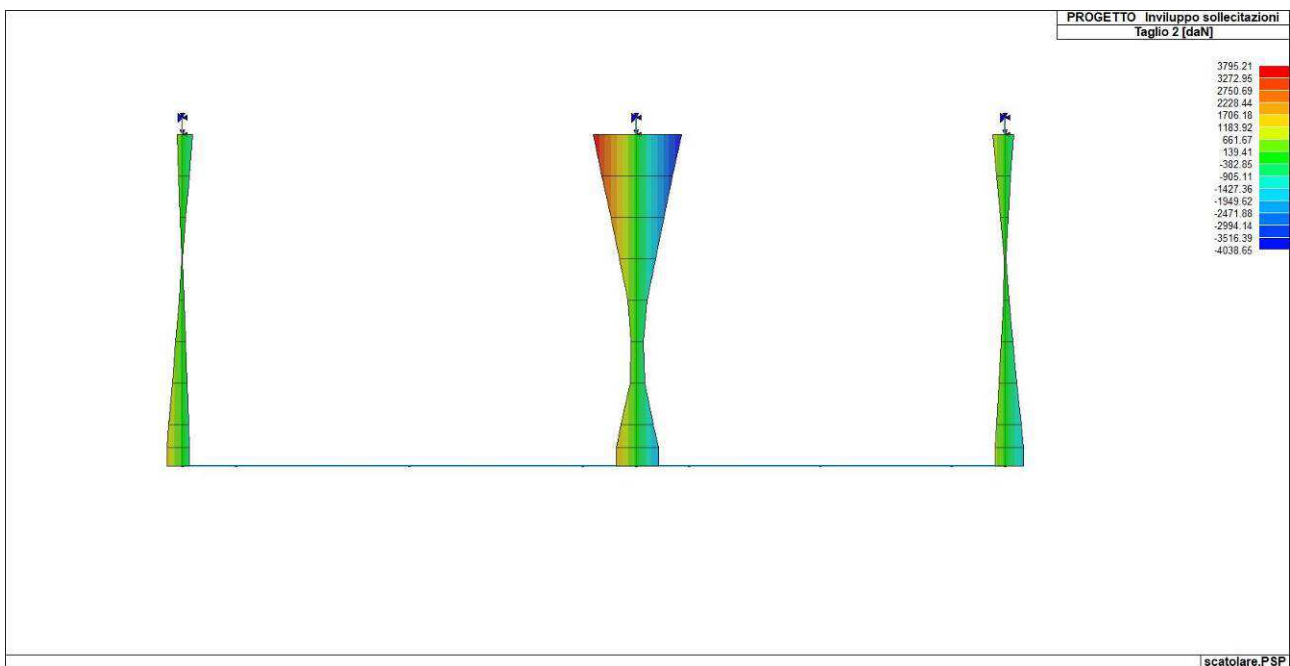


Figura 27. Involuppo del taglio delle fodere

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 76 di 108

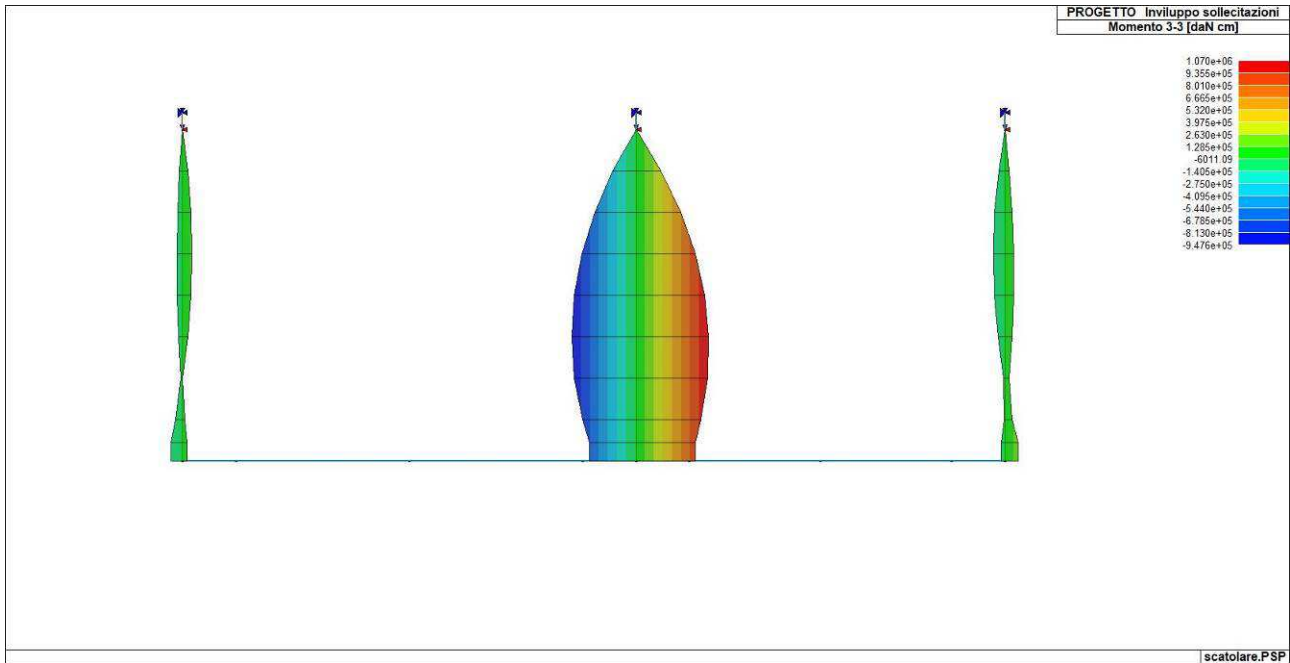


Figura 28. Involuppo del momento flettente delle fodere

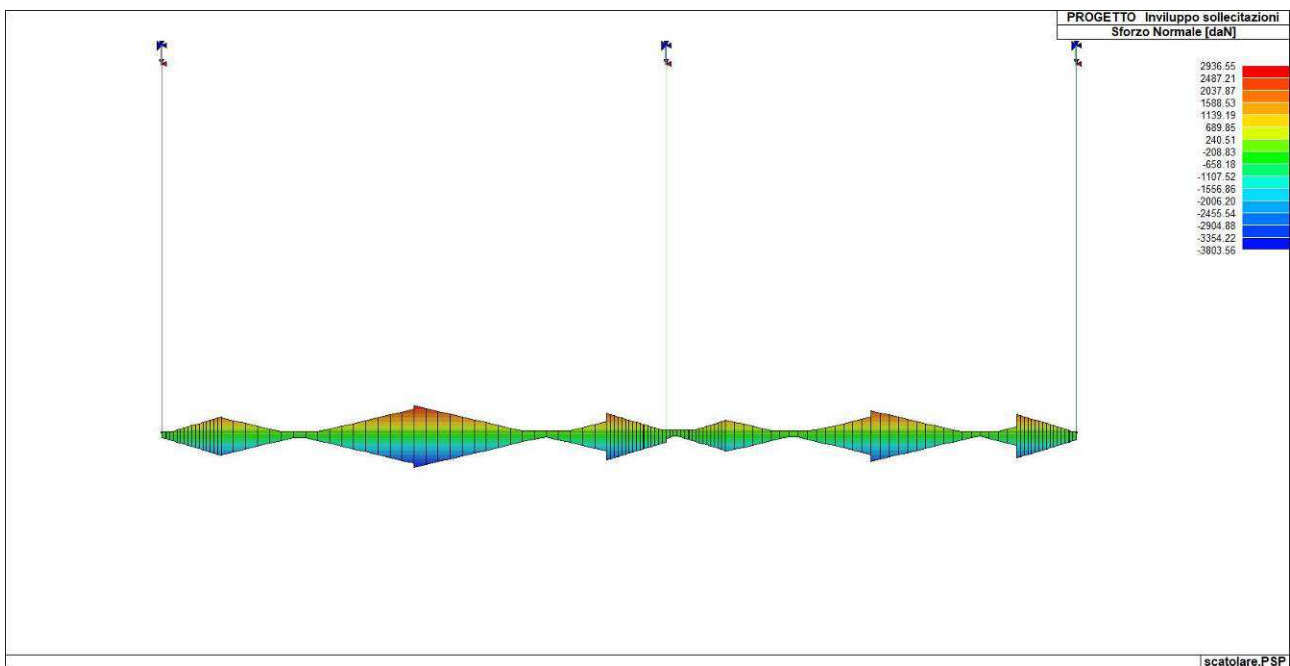


Figura 29. Involuppo dello sforzo normale del solettone di fondazione

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002		

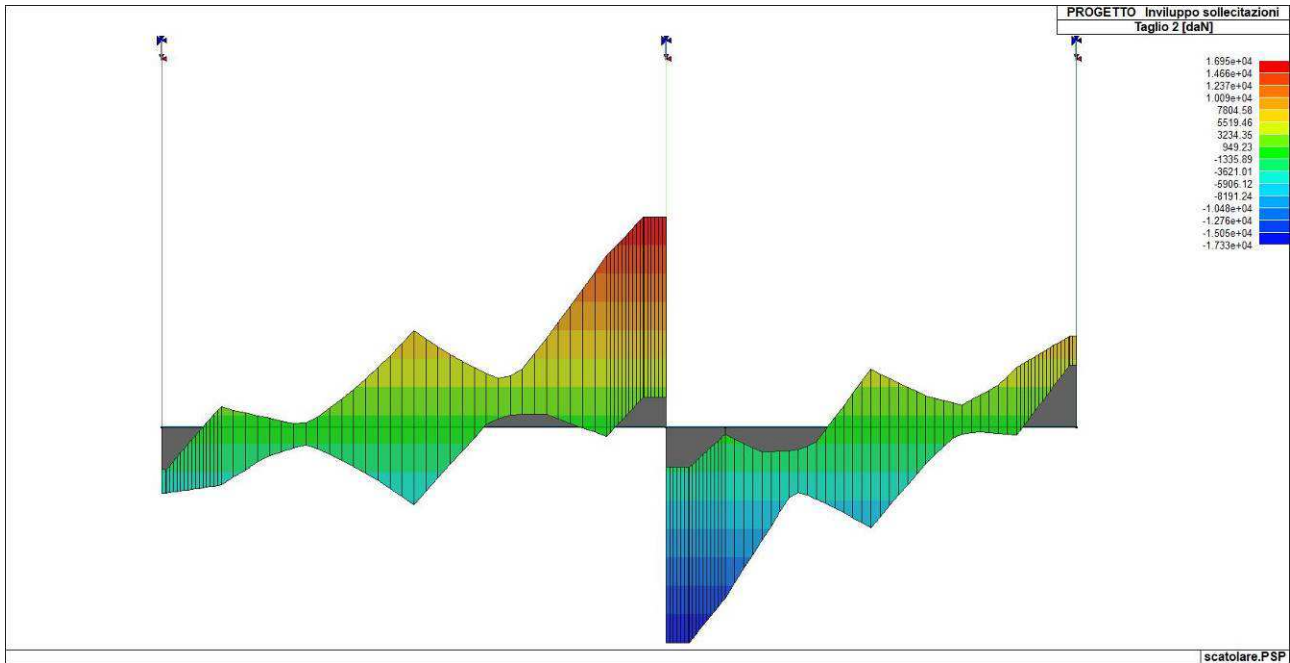


Figura 30. *Involuppo del taglio del solettone di fondazione*

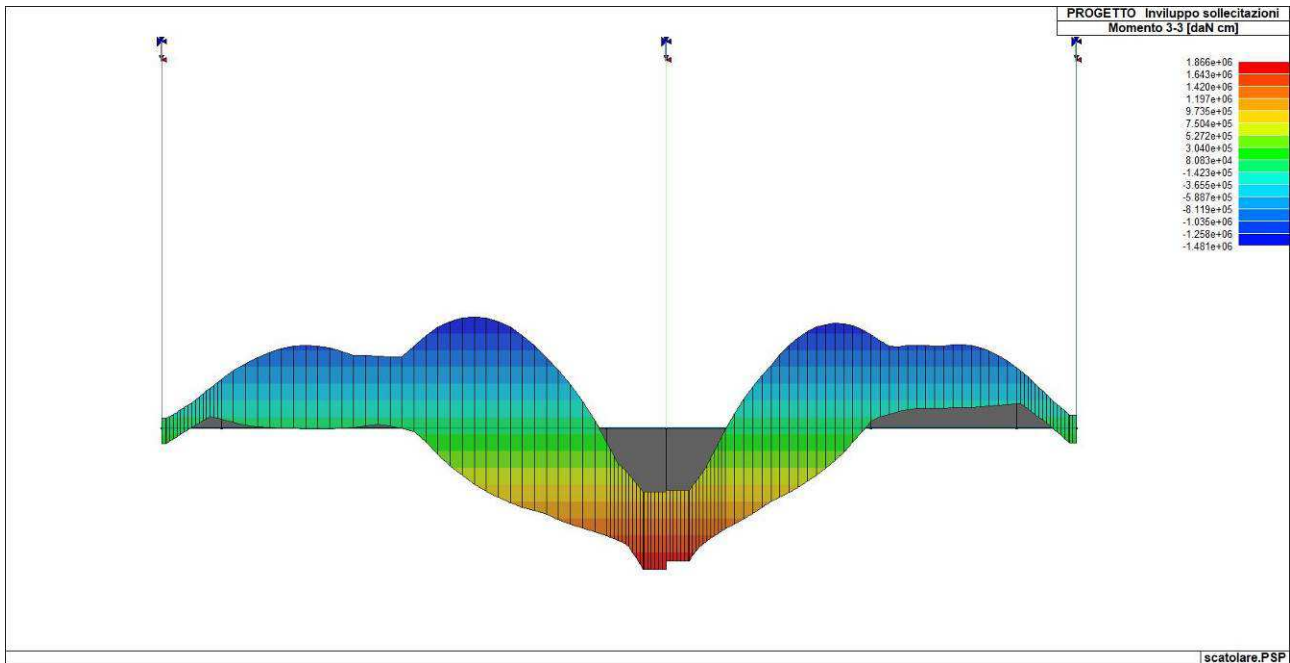


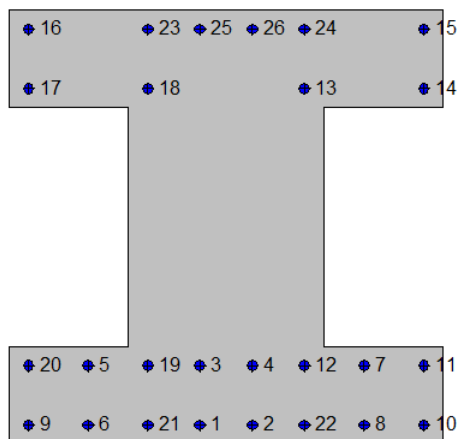
Figura 31. *Involuppo del momento flettente del solettone di fondazione*

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 78 di 108

12 VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI

12.1 Solettone intermedio

Si riporta la verifica del solettone intermedio a pressoflessione per la sezione in campata e a taglio per la sezione in appoggio.



La sezione viene armata con doppio strato di 8 Φ 24 inferiori, e due strati di Φ 24 superiori, quello superiore con 6 barre, quello inferiore con 4 barre.

Si prevedono staffe Φ 12 a 4 braccia, passo corrente 30 cm, raffittito a 15 cm per 2 metri in prossimità degli appoggi.

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. PAGINA C 79 di 108

12.1.1 Verifiche SLU sezione in campata

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazione di carico piú gravosa è riportata la verifica con Nu costante (sigla verifica: N):

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	daN	daN cm	daN cm		daN	daN cm	daN cm		
1	16000,0	13665400,0	0,0	N	16000,0	24133550,0	0,1	0,570	OK

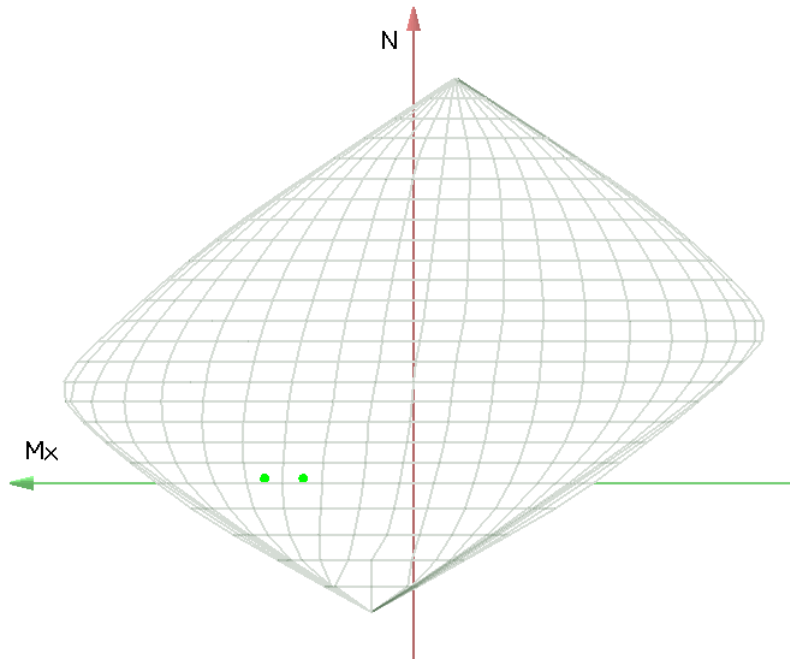


Figura 32. Dominio M-N

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 80 di 108

12.1.2 Verifiche SLE sezione in campata

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 137,5$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 3375,0$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		daN/cm ²	
3 OK	10122500,0	0,0	16000,0	-65,7	0,48	1840,6	0,55

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	mm	
3 OK	10122500,0	0,0	16000,0	0,17	0,57

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 100,0$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		mm	
4 OK	10122500,0	0,0	16000,0	-65,7	0,66	0,17	0,57

12.1.3 Verifiche a taglio sezione in appoggio

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3
			daN	daN	daN
	0.26	1	0.0	2.537e+04	0.0

Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u
	0.0	0.26	0.0

ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vr _{cd}	Vr _{sd}	V2	ctgT	alfa C
			daN	daN	daN		
	0.01	1	9.573e+04	2.538+05	2.537e+04	2.50	1.02

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>81 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	81 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	81 di 108								

12.2 Solettone di fondazione

Il solettone di fondazione, come tutti gli elementi strutturali analizzati, sono modellati e verificati per una larghezza unitaria, 1 m.

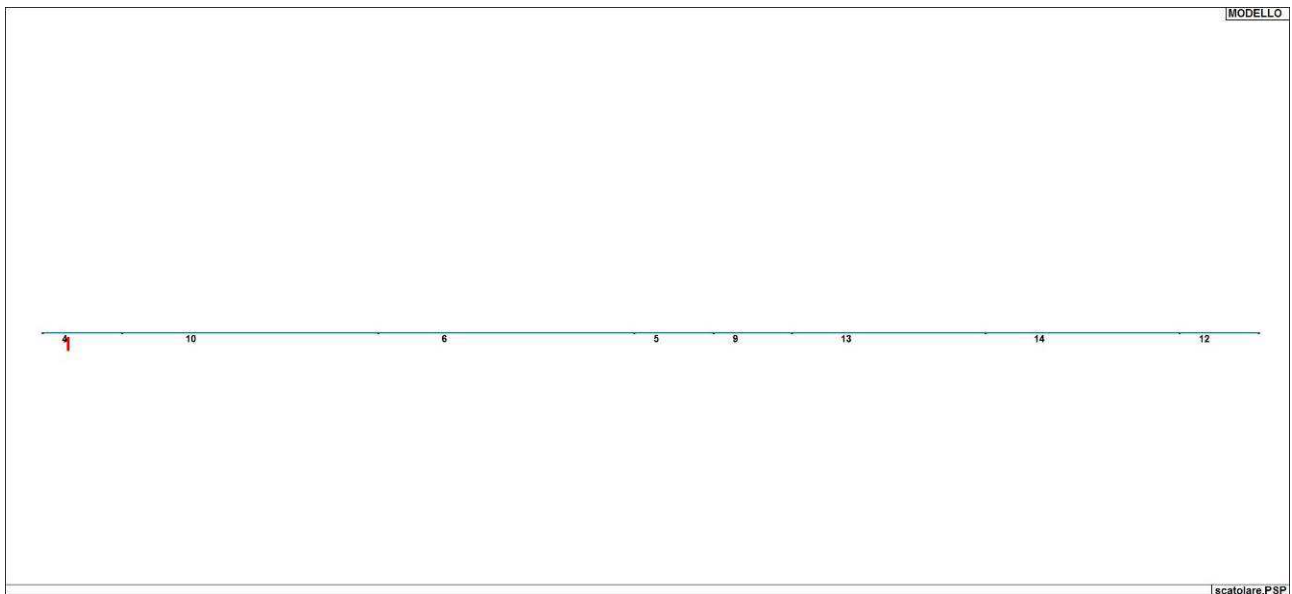


Figura 33. Numerazione elementi solettone di fondazione

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	82 di 108

12.2.1 Verifiche SLU

Il solettone di fondazione è armato in direzione trasversale come segue:

- Armatura inferiore corrente Φ20/10 cm
- Armatura superiore corrente: Φ20/10 cm
- Spille: Φ10/40x30 cm

L'armatura di ripartizione nelle solette in direzione longitudinale viene posta in misura non inferiore al 20% dell'armatura principale (direzione trasversale); pertanto tale armatura sarà realizzata con barre Φ14/20 cm inferiori e superiori.

Per sintesi e chiarezza in coda ai tabulati si trovano i risultati riassunti in forma grafica.

Trave	Note	Pos. cm	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	M_T= 1 Z=-1872.0				Staffe L=cm	Rif. cmb
							x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
4	ok,ok s=2,m=1	0.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.02	0.03	0.12	3d10/40 L=120	9,2,2
		65.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.03	0.03	0.11	3d10/40 L=120	2,2,2
		130.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.07	0.03	0.11	3d10/40 L=120	2,2,2
10	ok,ok s=2,m=1	0.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.07	0.03	0.11	3d10/40 L=421	2,2,2
		210.8	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.11	9.23e-03	0.04	3d10/40 L=421	2,1,1
		421.5	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.11	0.04	0.18	3d10/40 L=421	1,2,2
6	ok,ok s=2,m=1	0.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.11	0.04	0.18	3d10/40 L=421	1,2,2
		210.8	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.14	0.02	0.10	3d10/40 L=421	1,9,9
		421.5	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.14	0.08	0.32	3d10/40 L=421	2,1,1
5	ok,ok s=2,m=1	0.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.14	0.08	0.32	3d10/40 L=80	2,1,1
		65.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.18	0.09	0.38	3d10/40 L=80	9,1,1
		130.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.19	0.09	0.39	3d10/40 L=80	9,1,1
9	ok,ok s=2,m=1	0.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.18	0.09	0.40	3d10/40 L=80	10,2,2
		65.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.17	0.09	0.38	3d10/40 L=80	1,2,2
		130.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.14	0.07	0.32	3d10/40 L=80	1,2,2
13	ok,ok s=2,m=1	0.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.14	0.07	0.32	3d10/40 L=318	1,2,2
		159.3	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.12	0.03	0.12	3d10/40 L=318	2,10,10
		318.5	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.13	0.04	0.19	3d10/40 L=318	2,1,1
14	ok,ok s=2,m=1	0.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.13	0.04	0.19	3d10/40 L=318	2,1,1
		159.3	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.11	0.01	0.05	3d10/40 L=318	1,2,2
		318.5	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.08	0.03	0.11	3d10/40 L=318	1,1,1
12	ok,ok s=2,m=1	0.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.08	0.03	0.11	3d10/40 L=116	1,1,1
		65.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.05	0.03	0.14	3d10/40 L=116	1,1,1
		130.0	0.35	31.4	31.4	0.0	0.09	0.02	0.04	0.17	3d10/40 L=116	10,1,1
Trave			%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
			0.35	31.42	31.42		0.0	0.09	0.19		0.09	0.40

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.														
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>83 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	83 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA									
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	83 di 108									

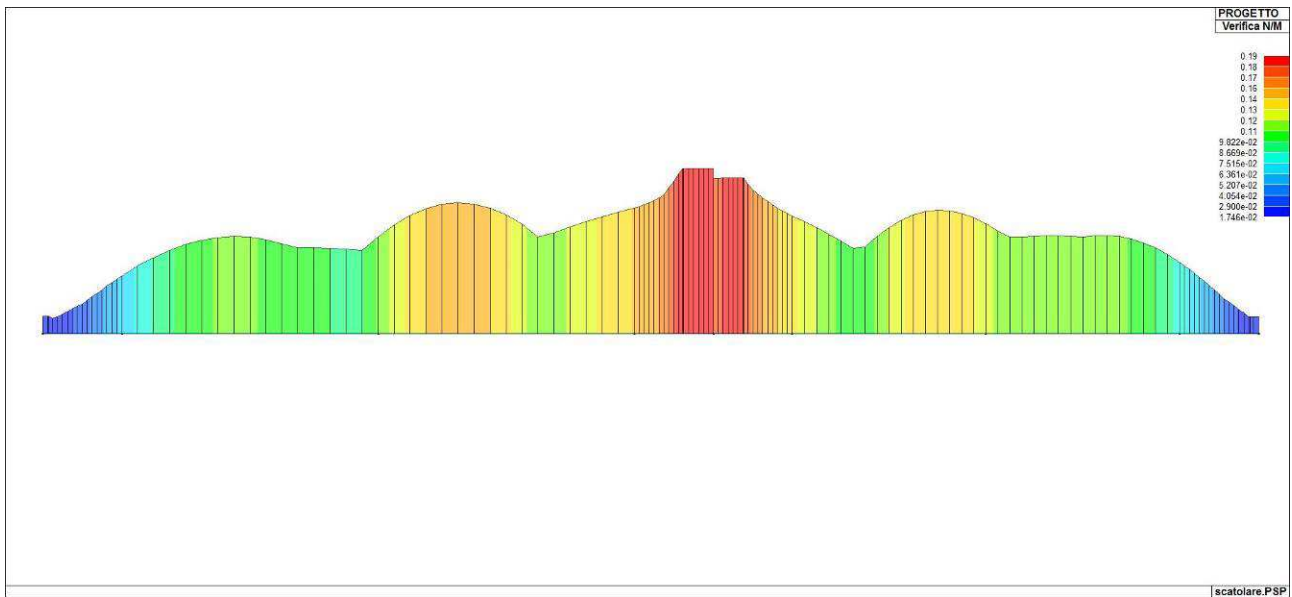


Figura 34. *Indice di verifica a pressoflessione*

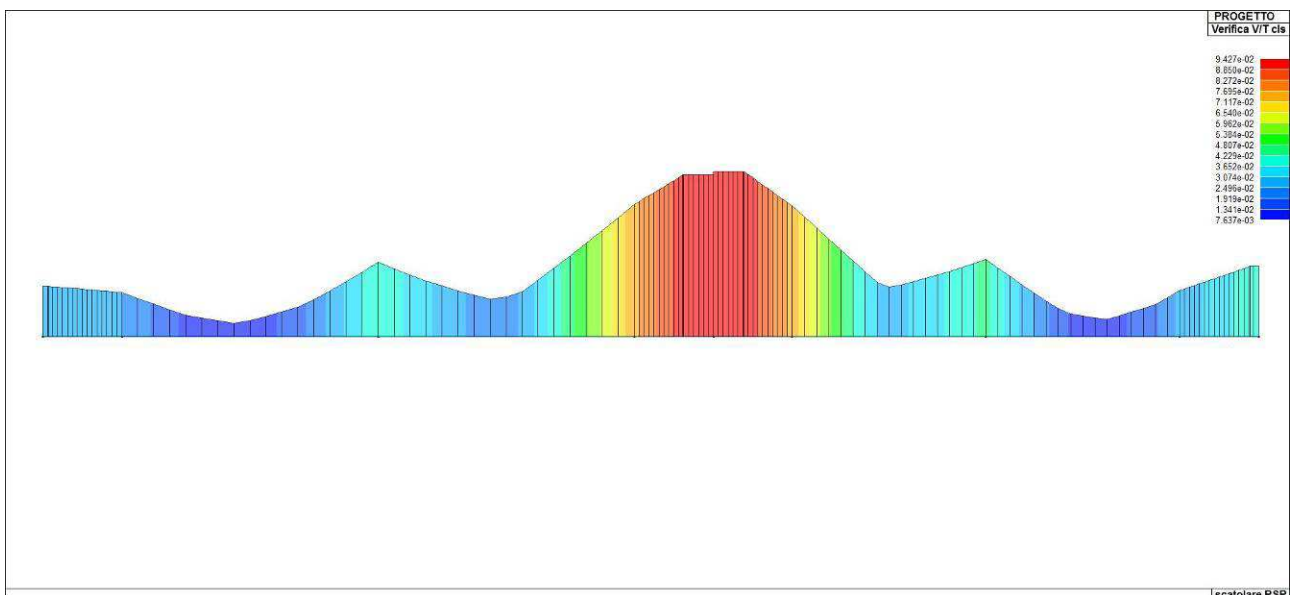


Figura 35. *Indice di verifica a taglio lato calcestruzzo*

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 84 di 108

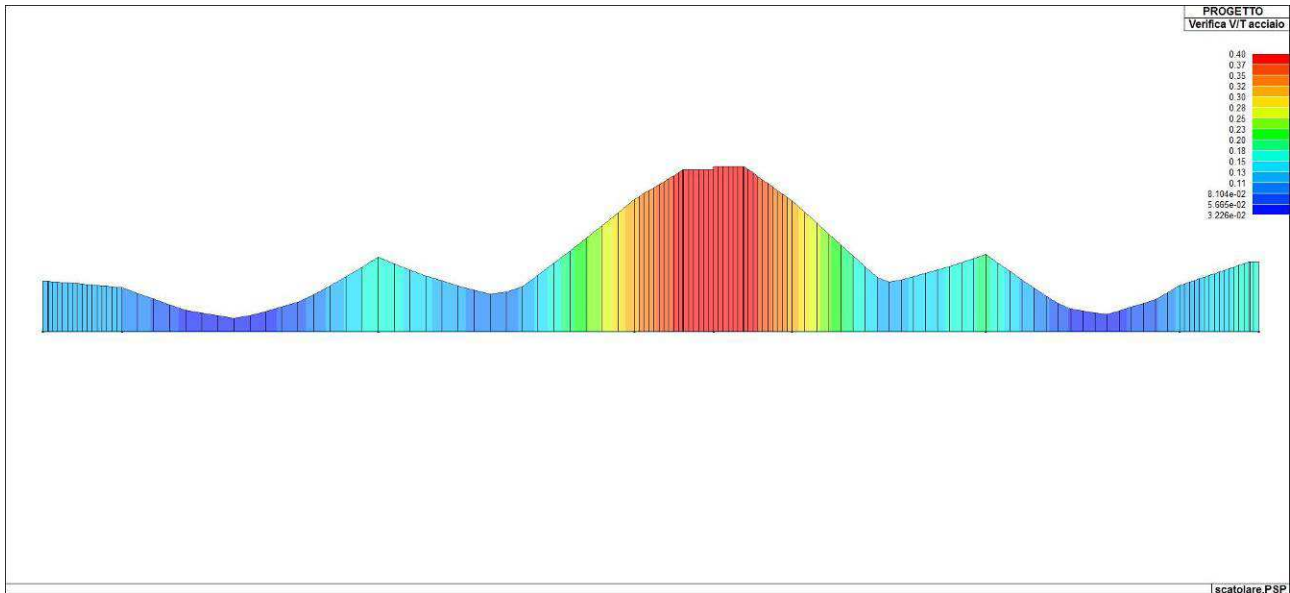


Figura 36. *Indice di verifica a taglio lato acciaio*

Tutti gli indici sono inferiori all'unità e quindi le relative verifiche soddisfatte.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	85 di 108

12.2.2 Verifiche SLE

Per sintesi e chiarezza in coda ai tabulati si trovano i risultati riassunti in forma grafica.

Trave	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	wR mm	wF mm	wP mm	Rif. cmb	dR cm	dF cm	dP cm	Rif. cmb
4	0.0	2.49e-03	4.65e-03	2.41e-03	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.25	0.0	-0.17	11,0,15
	65.0	0.02	0.03	0.02	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	130.0	0.03	0.05	0.04	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
5	0.0	0.06	0.12	0.07	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.25	0.0	-0.17	11,0,15
	65.0	0.08	0.14	0.12	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	130.0	0.08	0.15	0.13	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
6	0.0	0.05	0.09	0.07	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.25	0.0	-0.17	12,0,15
	210.8	0.06	0.11	0.03	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	421.5	0.06	0.12	0.07	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
9	0.0	0.08	0.15	0.12	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.08	0.0	-0.06	12,0,15
	65.0	0.07	0.14	0.11	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	130.0	0.06	0.11	0.06	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
10	0.0	0.03	0.05	0.04	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.25	0.0	-0.17	12,0,15
	210.8	0.05	0.09	0.07	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	421.5	0.05	0.09	0.07	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
12	0.0	0.04	0.07	0.05	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.08	0.0	-0.06	12,0,15
	65.0	0.02	0.04	0.03	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	130.0	4.52e-03	8.37e-03	4.10e-03	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
13	0.0	0.06	0.11	0.06	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.08	0.0	-0.06	11,0,15
	159.3	0.05	0.09	0.03	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	318.5	0.06	0.10	0.07	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
14	0.0	0.06	0.10	0.07	12,12,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.08	0.0	-0.06	12,0,15
	159.3	0.05	0.09	0.08	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	318.5	0.04	0.07	0.05	11,11,15	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
Trave		rRfck	rRfyk	rPfck		wR	wF	wP		dR	dF	dP	
		0.08	0.15	0.13		0.0	0.0	0.0		-0.08	0.0	-0.06	

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 86 di 108

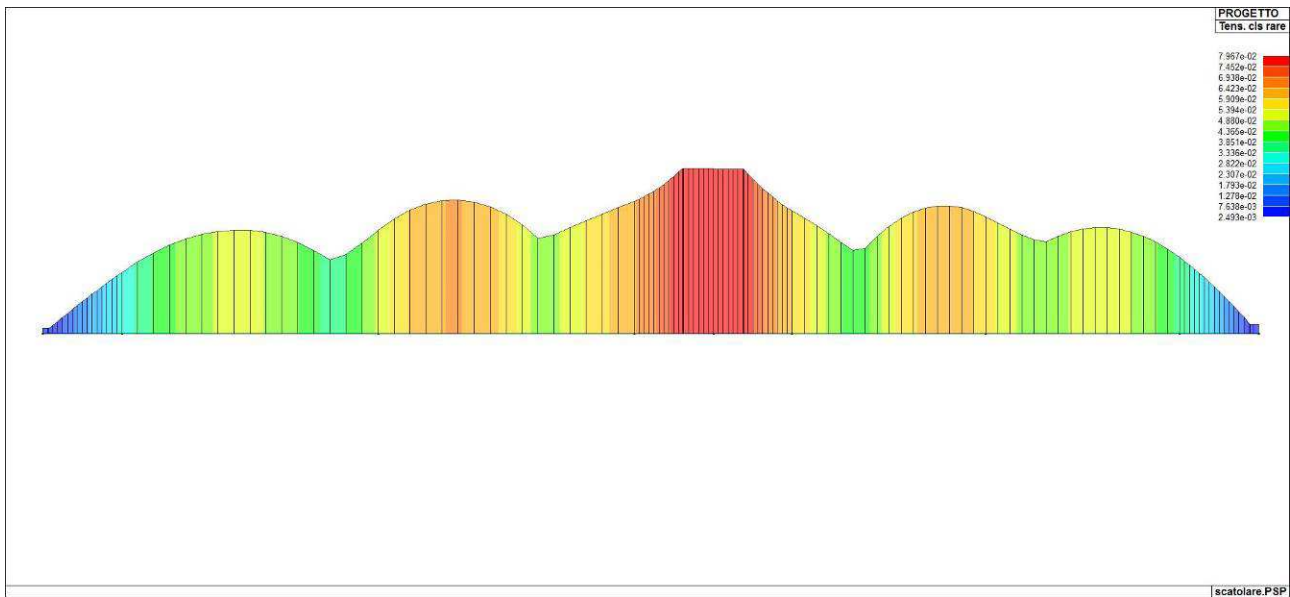


Figura 37. *Indice di verifica della tensione del calcestruzzo per combinazioni rare*

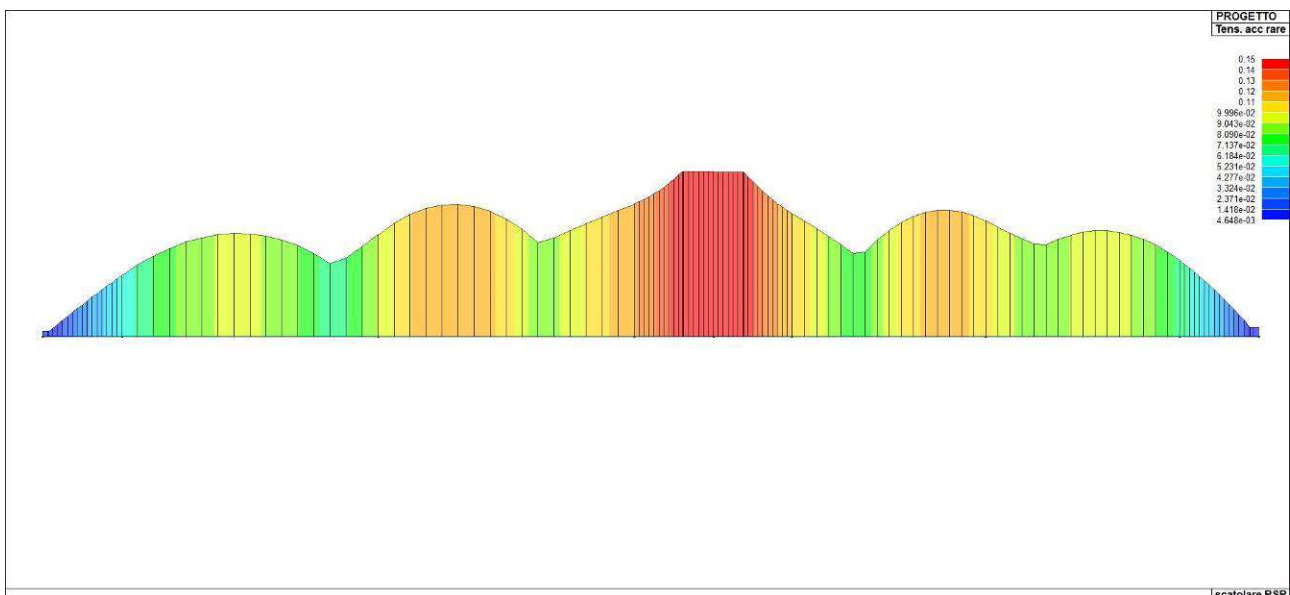


Figura 38. *Indice di verifica della tensione dell'acciaio per combinazioni rare*

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. PAGINA C 87 di 108

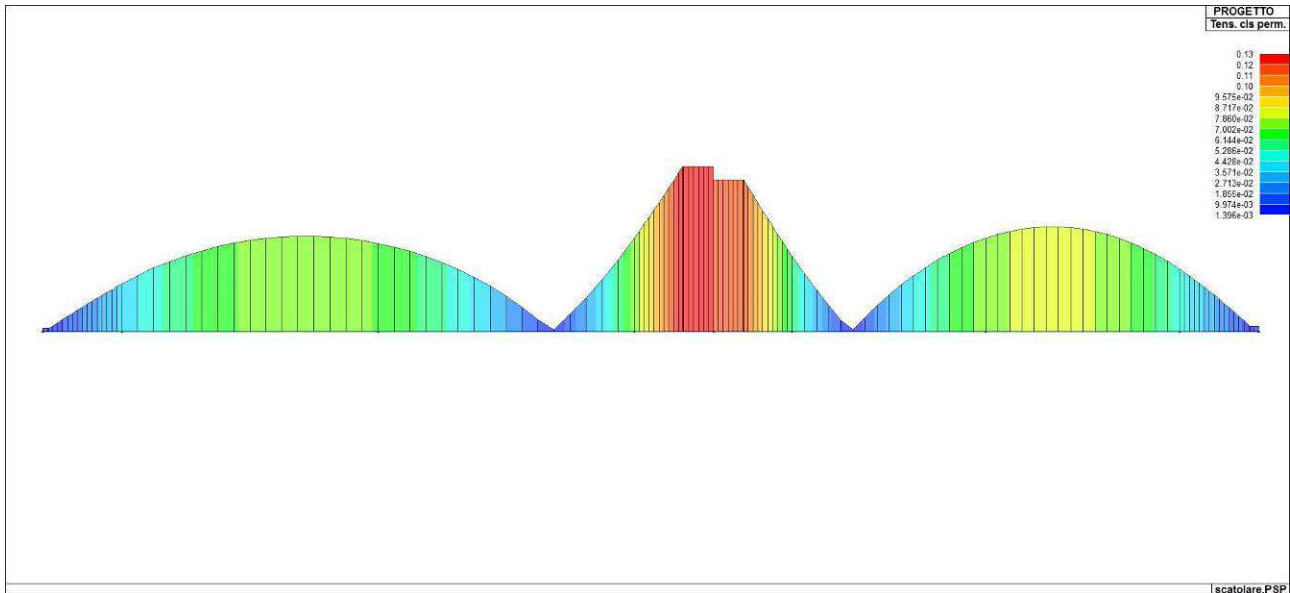


Figura 39. *Indice di verifica della tensione del calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti*
Tutti gli indici sono inferiori all'unità e quindi le relative verifiche soddisfatte.

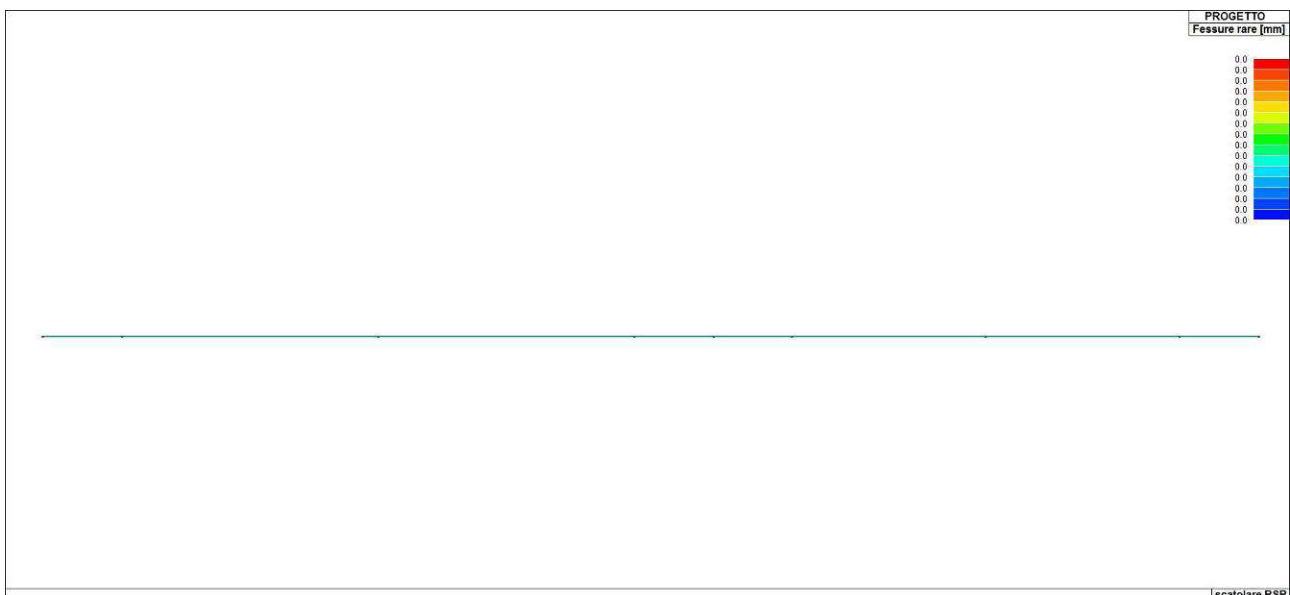


Figura 40. *Apertura fessure per combinazioni rare*

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>88 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	88 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	88 di 108								



Figura 41. *Apertura fessure per combinazioni quasi permanenti*

Non si ha apertura di fessura, la verifica è soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	89 di 108				

12.2.3 Verifiche SLU sezione sotto piedritto

Si riporta la verifica sezionale del solettone di fondo in corrispondenza della sezione soggetta alla maggior azione flettente, cioè quella sollecitata da momento negativo (tense le fibre inferiori) sotto al piedritto centrale, altezza 90 cm.

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazione di carico più gravosa è riportata la verifica con Nu costante (sigla verifica: N):

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	daN	daN cm	daN cm		daN	daN cm	daN cm		
10	670,0	1762300,0	0,0	N	669,3	9894865,0	0,0	0,180	OK

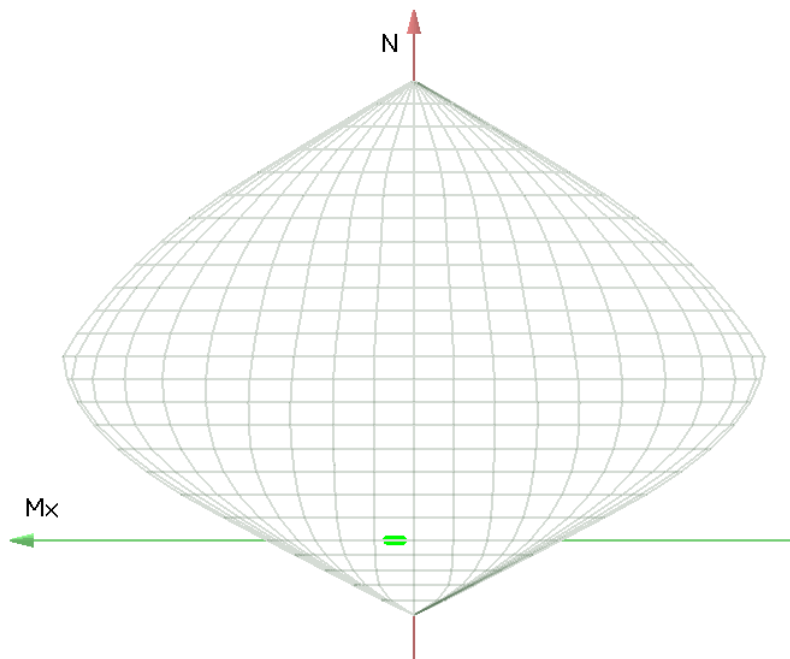


Figura 42. Dominio M-N

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 90 di 108

Verifiche a taglio stato limite ultimo:

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3
	9.216e-02	1	daN 0.0	daN 1.695e+04	daN 0.0

Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u
	0.0	9.216e-02	0.0

ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vrzd	Vrsd	V2	ctgT	alfa C
	0.39	1	daN 1.839+05	daN 4.354+05	daN 1.695e+04	2.50	1

12.2.4 Verifiche SLE sezione sotto piedritto

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 137,5$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 3375,0$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		daN/cm ²	
11 OK	1275300,0	0,0	-165,0	-11,7	0,09	526,6	0,16

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	mm	
11 OK	1275300,0	0,0	-165,0	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 100,0$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		mm	
15 OK	1442300,0	0,0	-25,0	-13,3	0,13	0,00	0,00

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
				IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	91 di 108		

12.2.5 Verifiche SLU sezione sotto piedritto lato Circumvesuviana

Si riporta la verifica sezionale del solettone di fondo in corrispondenza della sezione soggetta alla maggior azione flettente, cioè quella sollecitata da momento negativo (tese le fibre inferiori) sotto al piedritto centrale, altezza 65 cm.

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazione di carico più gravosa è riportata la verifica con Nu costante (sigla verifica: N):

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	daN	daN cm	daN cm		daN	daN cm	daN cm		
10	670,0	654400,0	0,0	N	669,6	6813209,0	0,0	0,100	OK

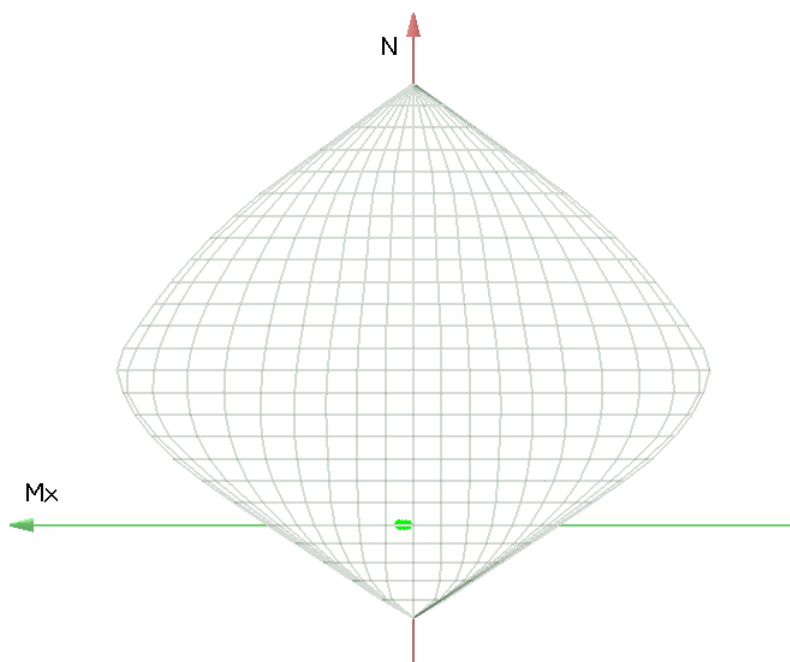


Figura 43. Dominio M-N

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO							
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 TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 92 di 108

Verifiche a taglio stato limite ultimo:

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3
	5.483e-02	2	daN 0.0	daN -7079.14	daN 0.0

Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u
	0.0	5.483e-02	0.0

ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vrcd	Vrsd	V2	ctgT	alfa C
	0.23	2	daN 1.291+05	daN 3.057+05	daN -7079.14	2.50	1

12.2.6 Verifiche SLE sezione sotto piedritto lato Circumvesuviana

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 137,5$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 3375,0$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		daN/cm ²	
11 OK	465600,0	0,0	-165,0	-7,5	0,05	279,6	0,08

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	mm	
11 OK	465600,0	0,0	-165,0	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 100,0$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		mm	
15 OK	534100,0	0,0	-25,0	-8,6	0,09	0,00	0,00

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>93 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	93 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	93 di 108								

12.3 Fodere

Le fodere, come tutti gli elementi strutturali analizzati, sono modellati e verificati per una larghezza unitaria, 1 m.

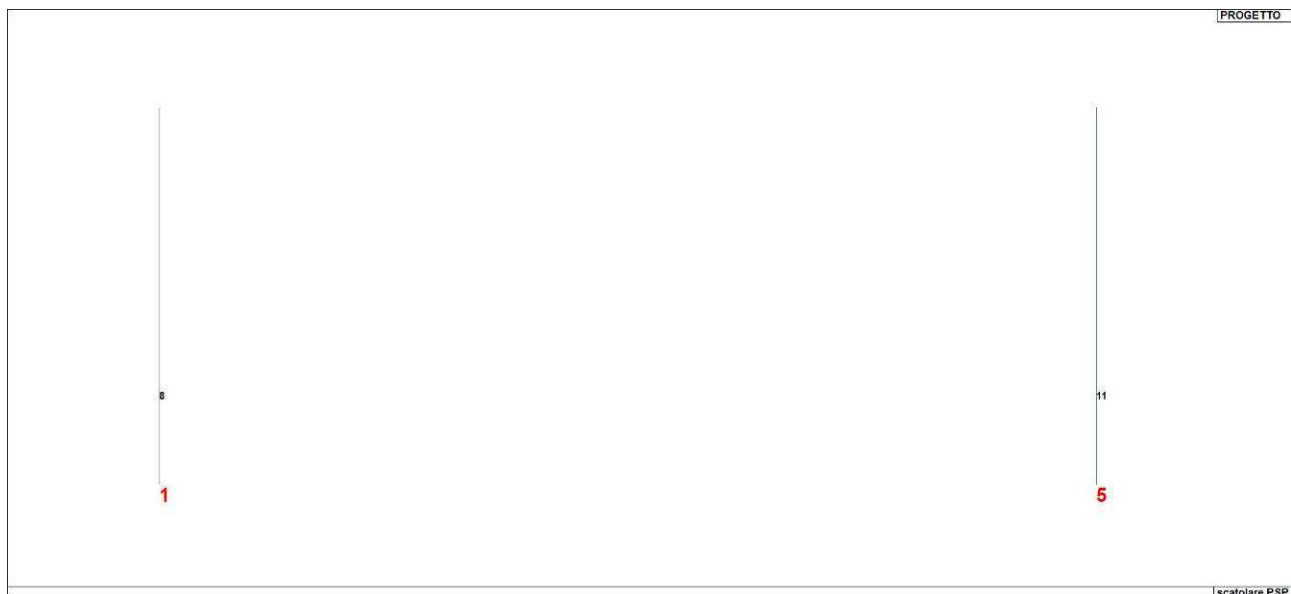


Figura 44. Numerazione elementi fodere

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	94 di 108

12.3.1 Verifiche SLU

Le fodere sono è armata come segue:

- Armatura corrente Φ16/20 cm
- Spille correnti: Φ8/40x30 cm

L'armatura di ripartizione nella fodera esterna in direzione longitudinale viene posta in misura non inferiore al 20% dell'armatura principale (direzione verticale); pertanto tale armatura sarà realizzata con barre Φ10/30 cm interne ed esterne.

Pilas.	Note	Stato	Quota cm	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe V L=cm	V/T clsV	V/T acc	Rif. cmb
8	s=1,m=1	ok,ok	-1872.0	1.01	0.73	4d16 6+0 d16	0.31	0.03+2d8/40	L=805	0.04	0.29	9,0,9,9
			-1469.5	1.01	0.73	4d16 6+0 d16	0.23	0.03+2d8/40	L=805	9.22e-03	0.06	9,0,9,9
	[b=1.0;1.0]		-1067.0	1.01	0.73	4d16 6+0 d16	2.36e-03	0.03+2d8/40	L=805	0.03	0.19	1,0,9,9
				M_P= 5		X=2000.0		Y=0.0				
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe V L=cm	V/T clsV	V/T acc	Rif. cmb
11	s=3,m=1	ok,ok	-1872.0	0.72	0.53	4d16 6+0 d16	0.21	0.03+2d8/40	L=805	0.03	0.22	10,0,10,10
			-1469.5	0.72	0.53	4d16 6+0 d16	0.18	0.03+2d8/40	L=805	6.81e-03	0.05	10,0,10,10
	[b=1.0;1.0]		-1067.0	0.72	0.53	4d16 6+0 d16	1.78e-04	0.03+2d8/40	L=805	0.02	0.15	4,0,10,10
Pilas.				%Af	r. snell.			V N/M	V N sis	V V/T clsV V/T acc		
				1.01	0.73			0.31	0.0	0.04 0.29		

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 95 di 108

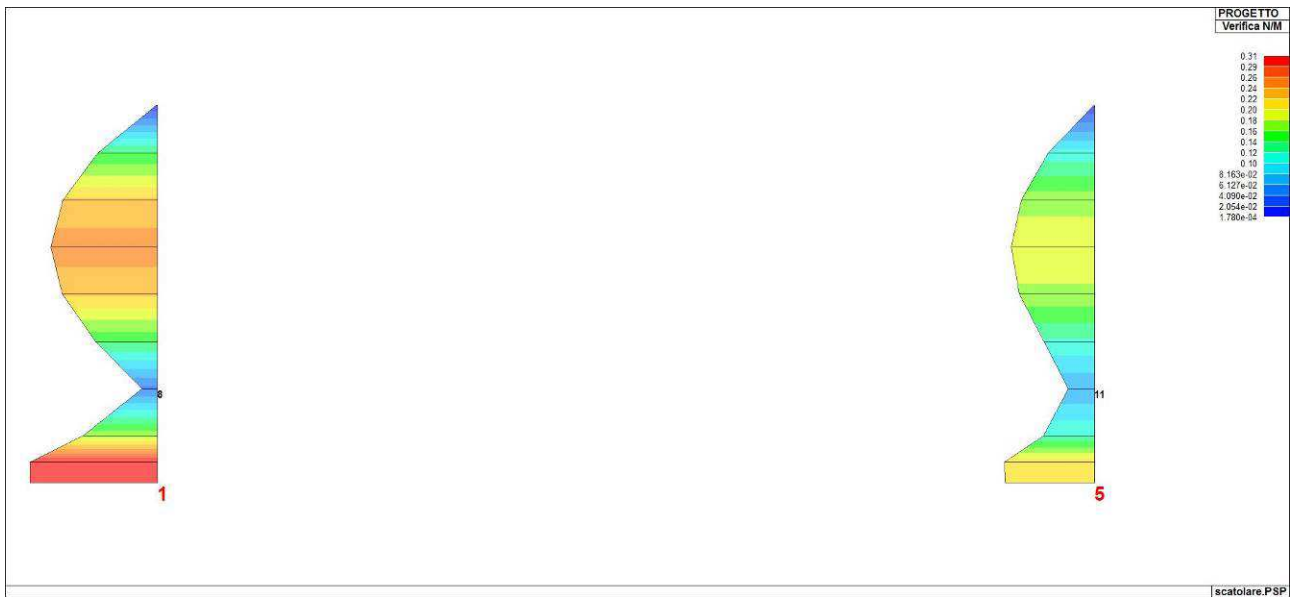


Figura 45. *Indice di verifica a pressoflessione*

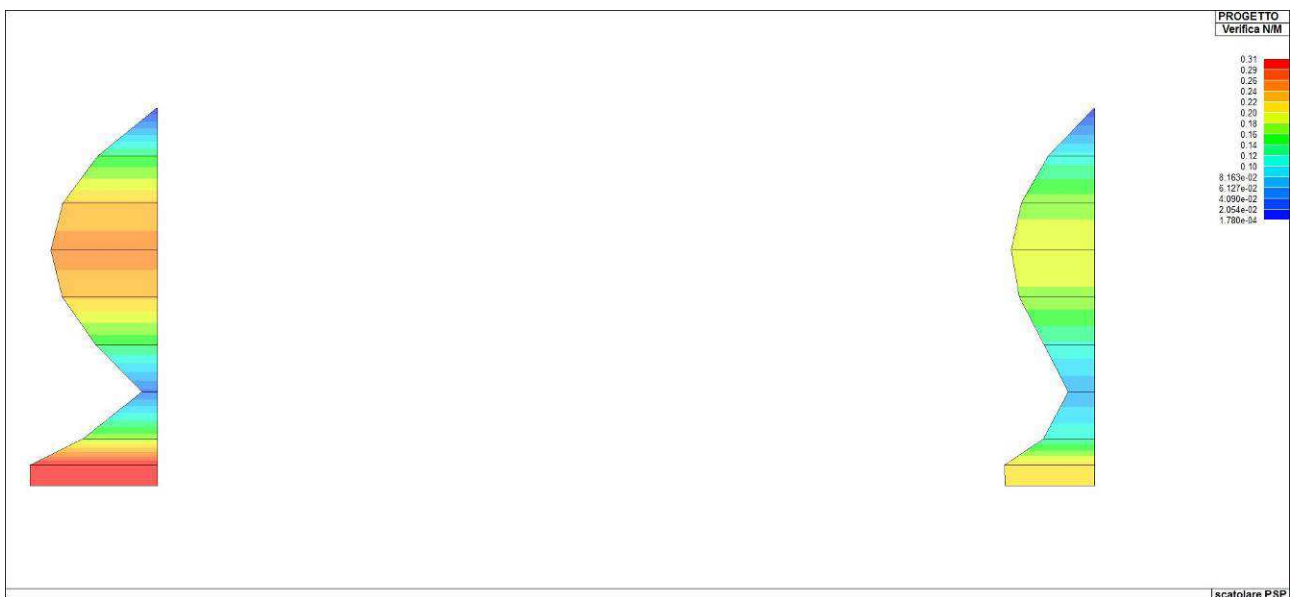


Figura 46. *Indice di verifica a taglio lato calcestruzzo*

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 96 di 108

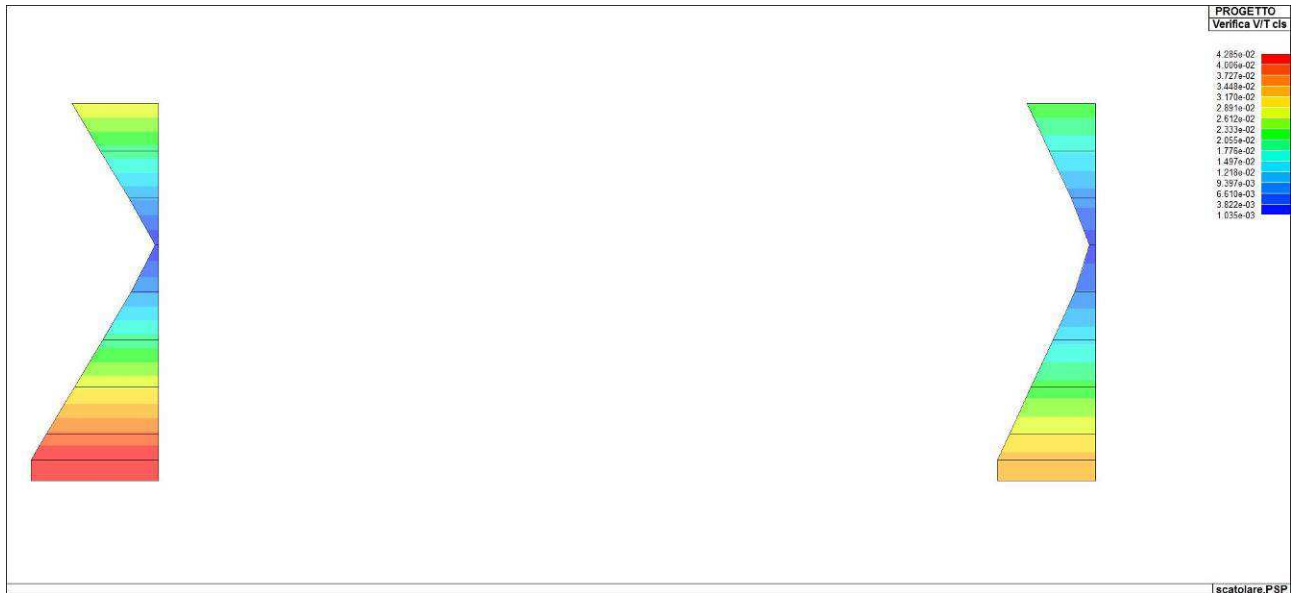


Figura 47. *Indice di verifica a taglio lato acciaio*

Tutti gli indici sono inferiori all'unità e quindi le relative verifiche soddisfatte.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	97 di 108				

12.3.2 Verifiche SLE tensione

Per sintesi e chiarezza in coda ai tabulati si trovano i risultati riassunti in forma grafica.

Pilas.	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb
8	0.0	0.02	9.48e-03	0.03	11,11,15	402.5	0.01	4.70e-03	0.01	11,11,15
	805.0	0.0	1.79e-03	0.0	0,11,0					
11	0.0	0.03	0.01	0.03	12,12,15	402.5	0.01	6.41e-03	0.02	12,12,15
	805.0	1.04e-04	6.48e-05	1.01e-04	14,14,15					

Pilas.	rRfck	rRfyk	rPfck	rRfck	rRfyk	rPfck
	0.03	0.01	0.03			



Figura 48. *Indice di verifica della tensione del calcestruzzo per combinazioni rare*

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 98 di 108

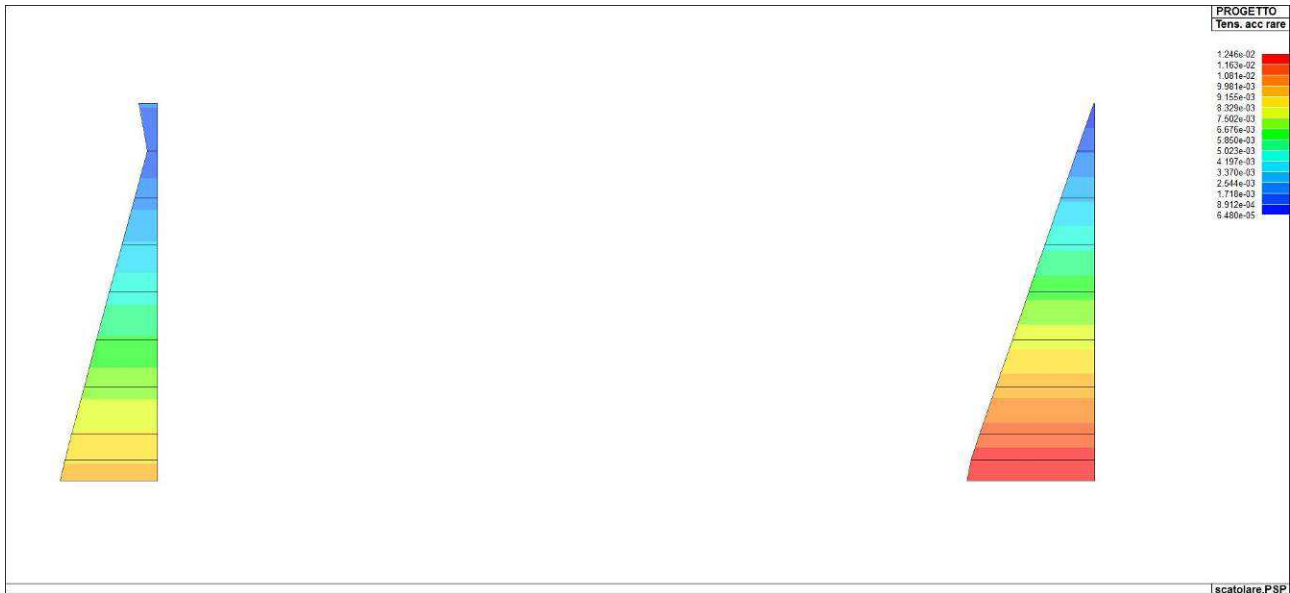


Figura 49. *Indice di verifica della tensione dell'acciaio per combinazioni rare*

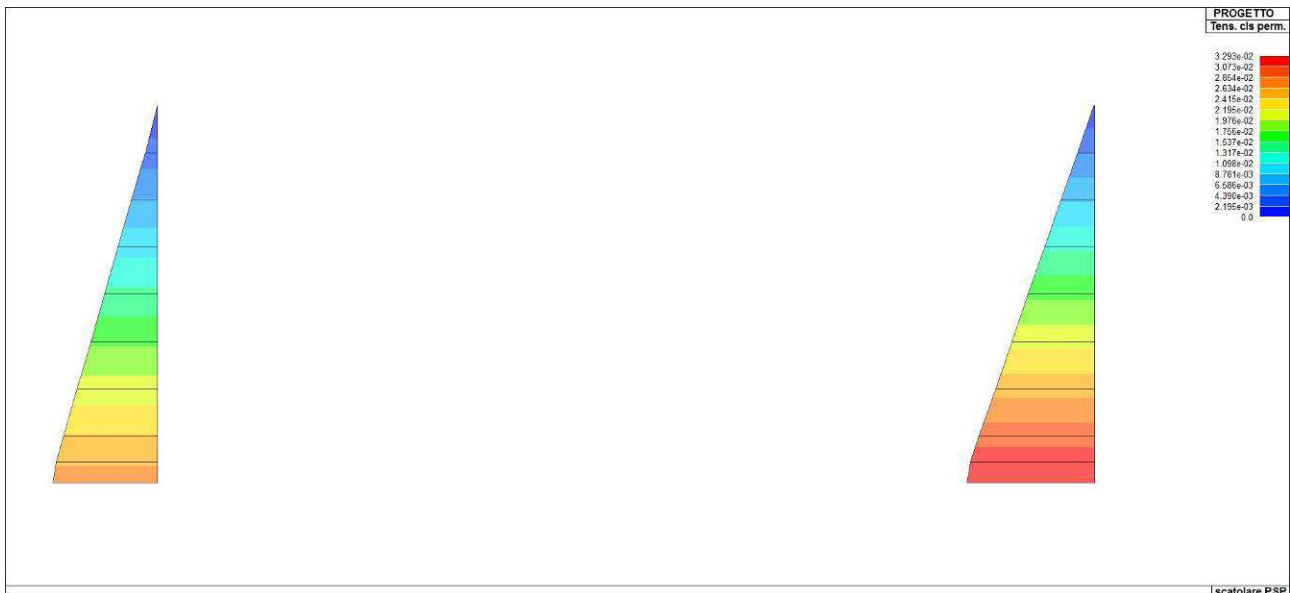


Figura 50. *Indice di verifica della tensione del calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti*

Tutti gli indici sono inferiori all'unità e quindi le relative verifiche soddisfatte.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 99 di 108

12.3.3 Verifiche SLE fessurazione

FODERA SPESSORE 20 cm

L'armatura verticale posta in opera nella fodera esterna è pari a $\Phi 16$ passo 20 cm, la verifica è condotta nella sezione di spiccato dal solettone di fondazione.

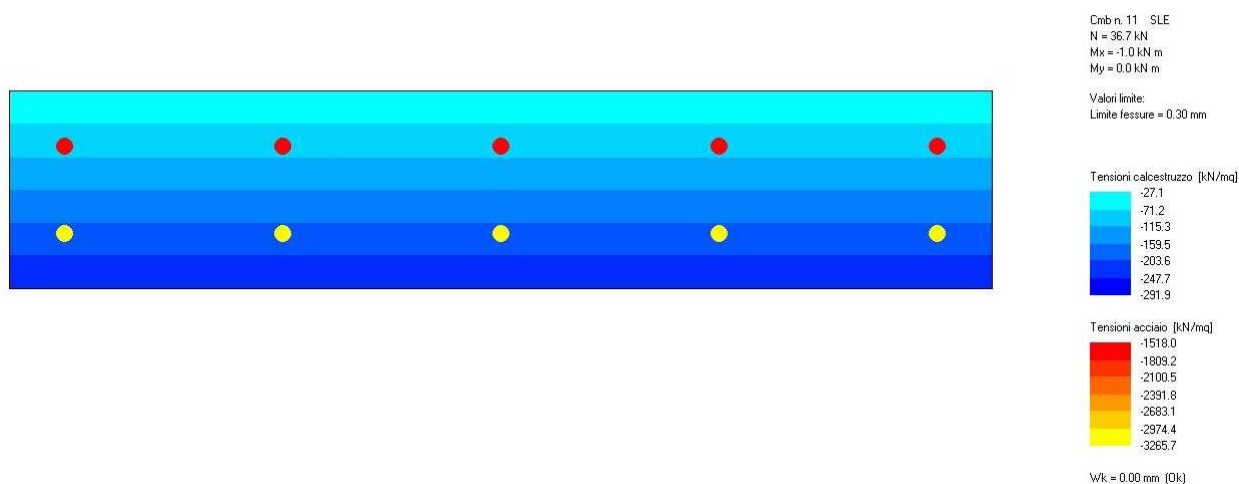


Figura 51. Apertura fessure per combinazioni rare

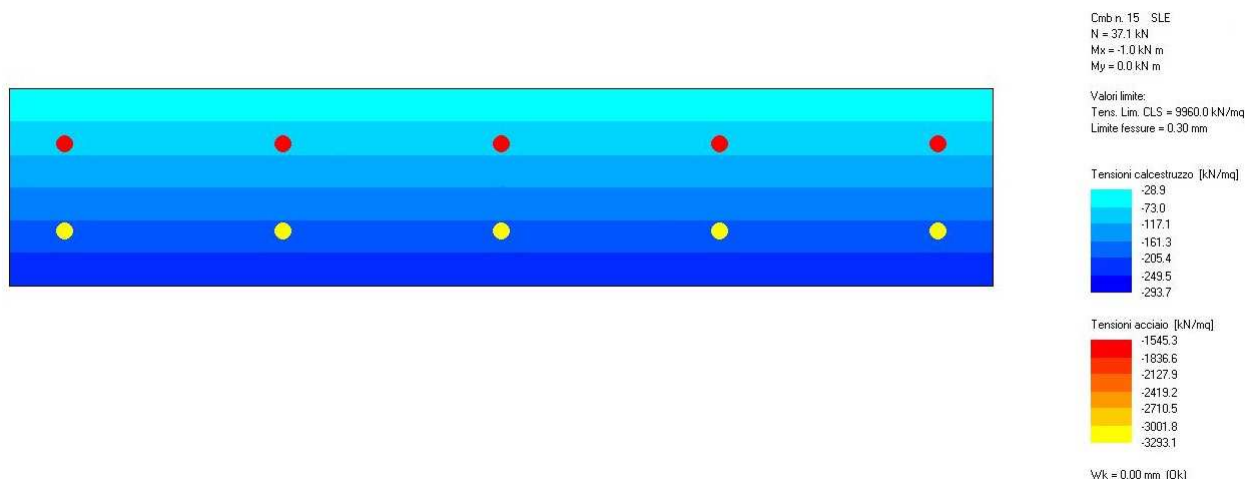


Figura 52. Apertura fessure per combinazioni quasi permanenti

Non si ha apertura di fessura, la verifica è soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 100 di 108

FODERA SPESSORE 28 cm

L'armatura verticale posta in opera nella fodera interna è pari a $\Phi 16$ passo 20 cm, la verifica è condotta nella sezione di spiccato dal solettone di fondazione.

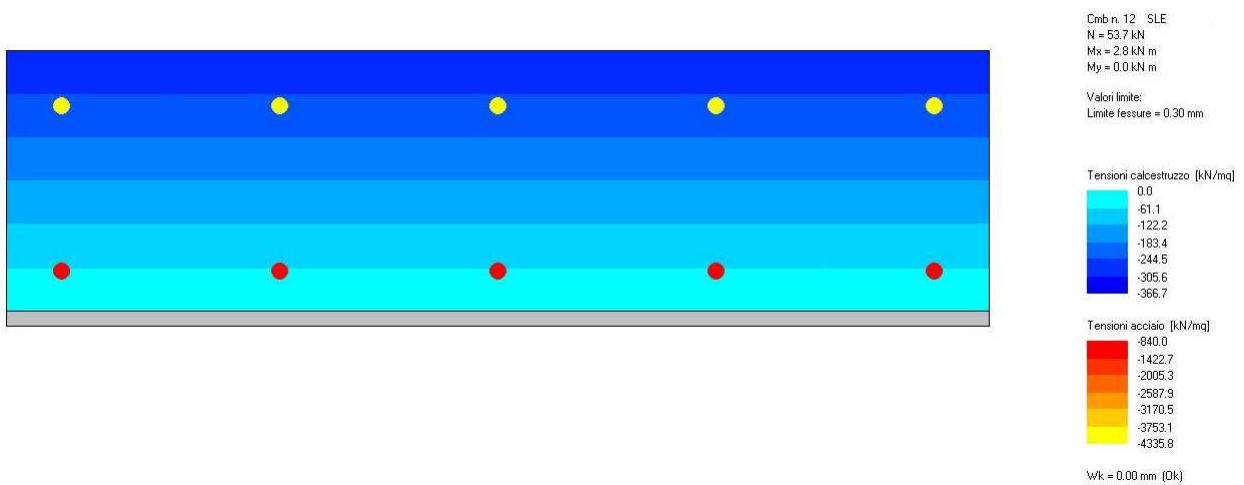


Figura 53. Apertura fessure per combinazioni rare

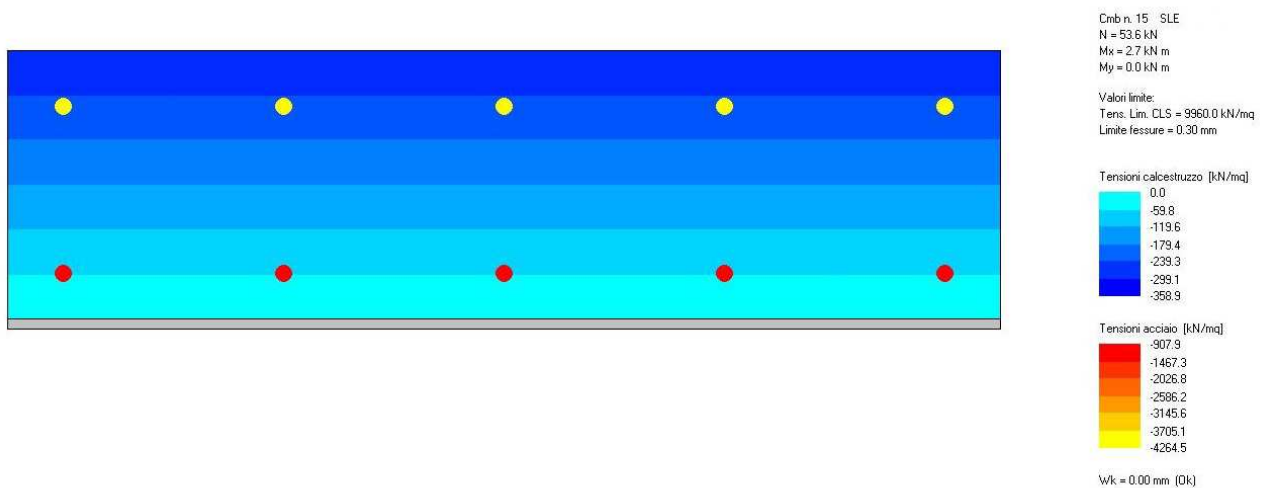


Figura 54. Apertura fessure per combinazioni quasi permanenti

Non si ha apertura di fessura, la verifica è soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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												
PROGETTISTA: <u>Mandatária:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA	<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>GA.01.L0.002</td> <td>C</td> <td>101 di 108</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	101 di 108
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	101 di 108								

12.4 Piedritto

I piedritti, come tutti gli elementi strutturali analizzati, sono modellati e verificati per una larghezza unitaria, 1 m.

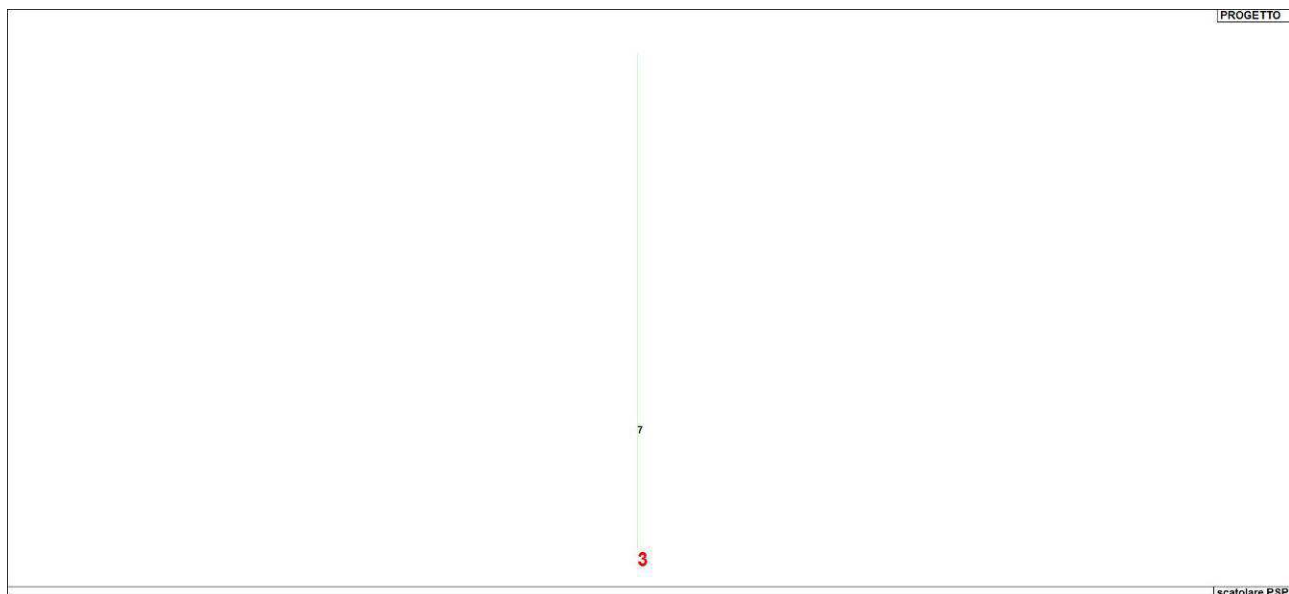


Figura 55. Numerazione elementi piedritto

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
				IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	102 di 108		

12.4.1 Verifiche SLU

I piedritti sono armati come segue:

- Armatura corrente Φ22/10 cm
- Spille correnti: Φ8/40x30 cm

L'armatura di ripartizione nel piedritto in direzione longitudinale viene posta in misura non inferiore al 20% dell'armatura principale (direzione verticale); pertanto tale armatura sarà realizzata con barre Φ14/20 cm interne ed esterne.

Pilas.	Note	Stato	Quota cm	%Af	M_P= 3		V N/M	V N sis	Staffe V L=cm	V/T clsV	V/T acc	Rif. cmb
					r. snell.	Armat. long.						
7	s=4,m=1	ok,ok	-1872.0	0.76	0.15	4d22 16+0 d22	0.06	0.03+2d8/40	L=805	9.48e-03	0.06	9,0,10,10
			-1469.5	0.76	0.15	4d22 16+0 d22	0.07	0.03+2d8/40	L=805	4.72e-03	0.03	9,0,9,9
	[b=1.0;1.0]		-1067.0	0.76	0.15	4d22 16+0 d22	2.13e-04	0.03+2d8/40	L=805	0.02	0.13	4,0,9,9

Pilas.	%Af	r. snell.	V N/M	V N sis	V/T clsV	V/T acc
	0.76	0.15	0.07	0.0	0.02	0.13

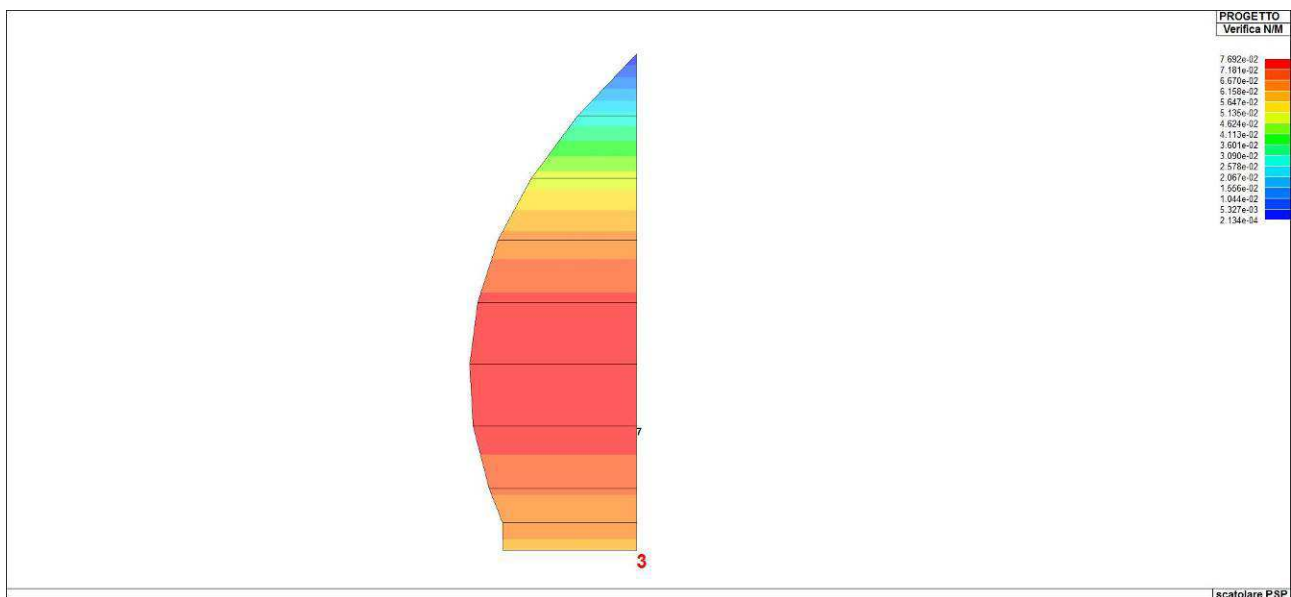


Figura 56. *Indice di verifica a pressoflessione*

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 103 di 108

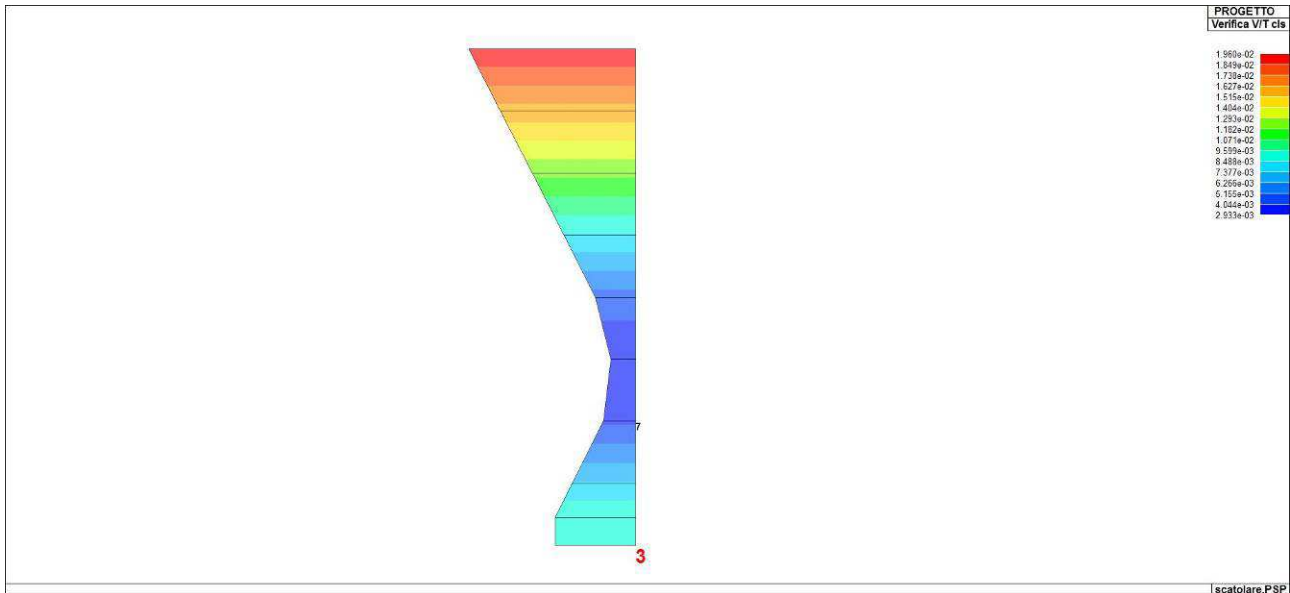


Figura 57. *Indice di verifica a taglio lato calcestruzzo*

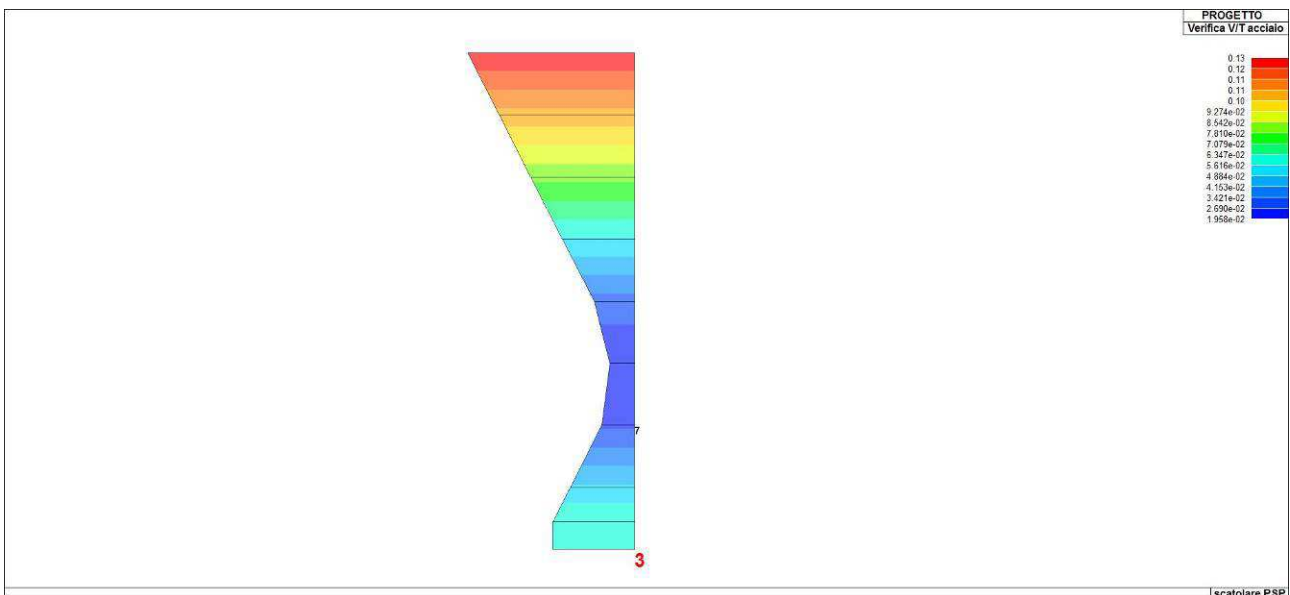


Figura 58. *Indice di verifica a taglio lato acciaio*

Tutti gli indici sono inferiori all'unità e quindi le relative verifiche soddisfatte.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.L0.002	C	104 di 108				

12.4.2 Verifiche SLE tensione

Per sintesi e chiarezza in coda ai tabulati si trovano i risultati riassunti in forma grafica.

Pilas.	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb
7	0.0	0.02	0.01	0.02	11,11,15	402.5	0.01	6.78e-03	0.01	11,11,15
	805.0	1.76e-04	1.09e-04	1.60e-04	14,14,15					
Pilas.		rRfck	rRfyk	rPfck		rRfck	rRfyk	rPfck		
		0.02	0.01	0.02						

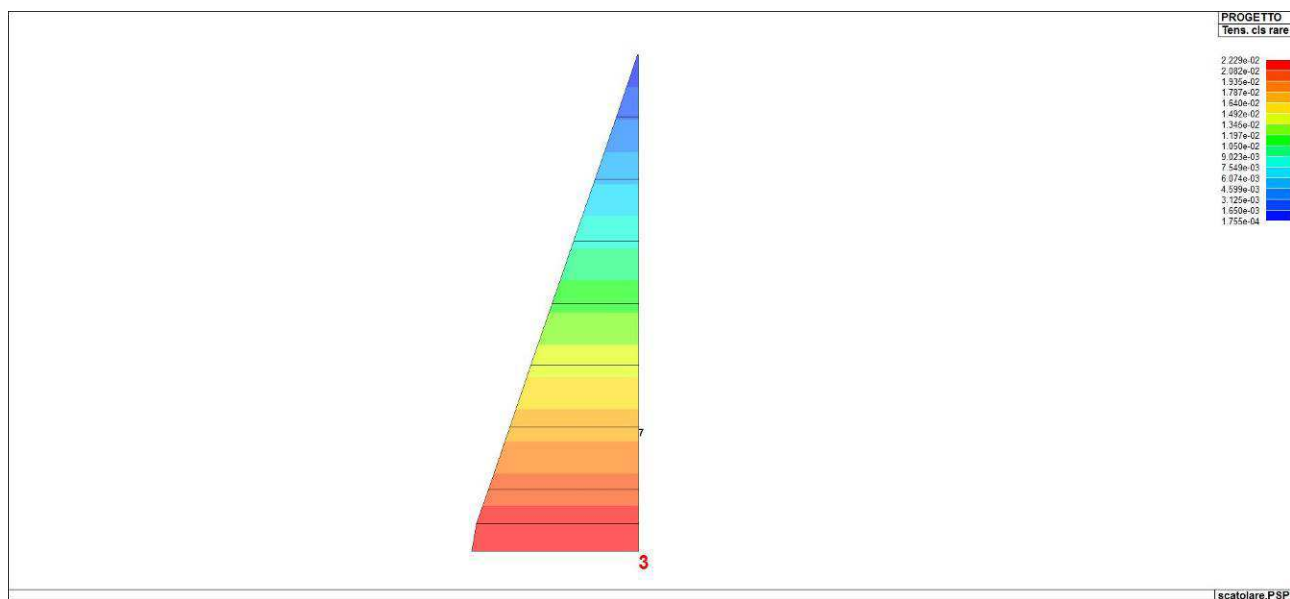


Figura 59. *Indice di verifica della tensione del calcestruzzo per combinazioni rare*

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C PAGINA 105 di 108

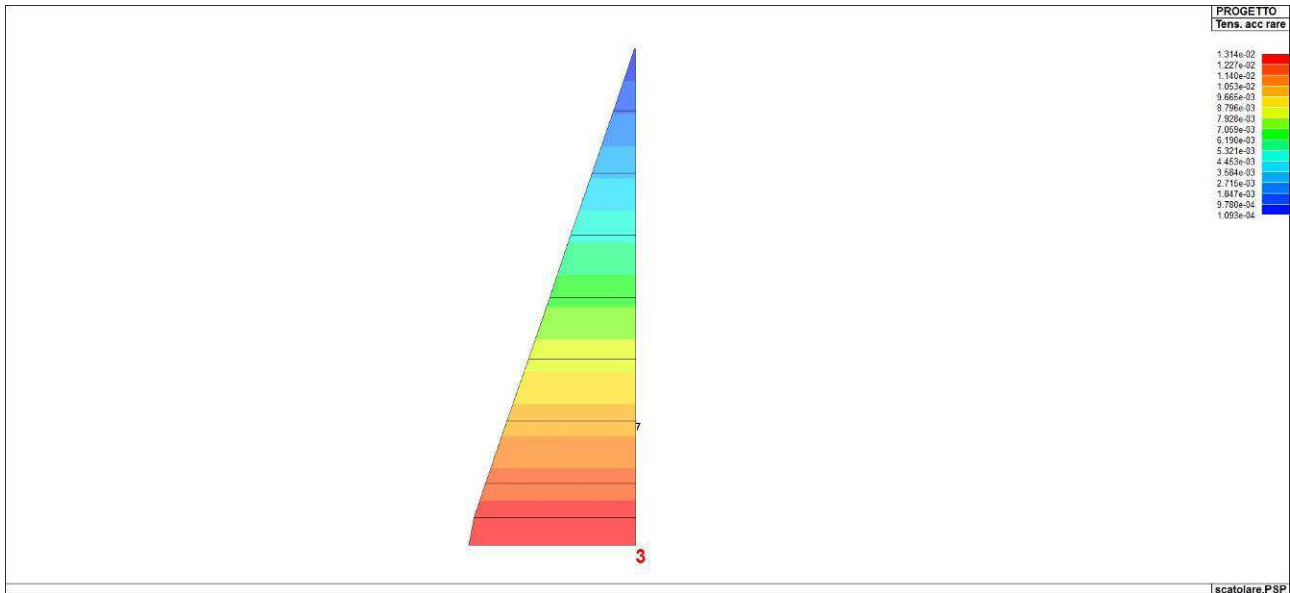


Figura 60. *Indice di verifica della tensione dell'acciaio per combinazioni rare*

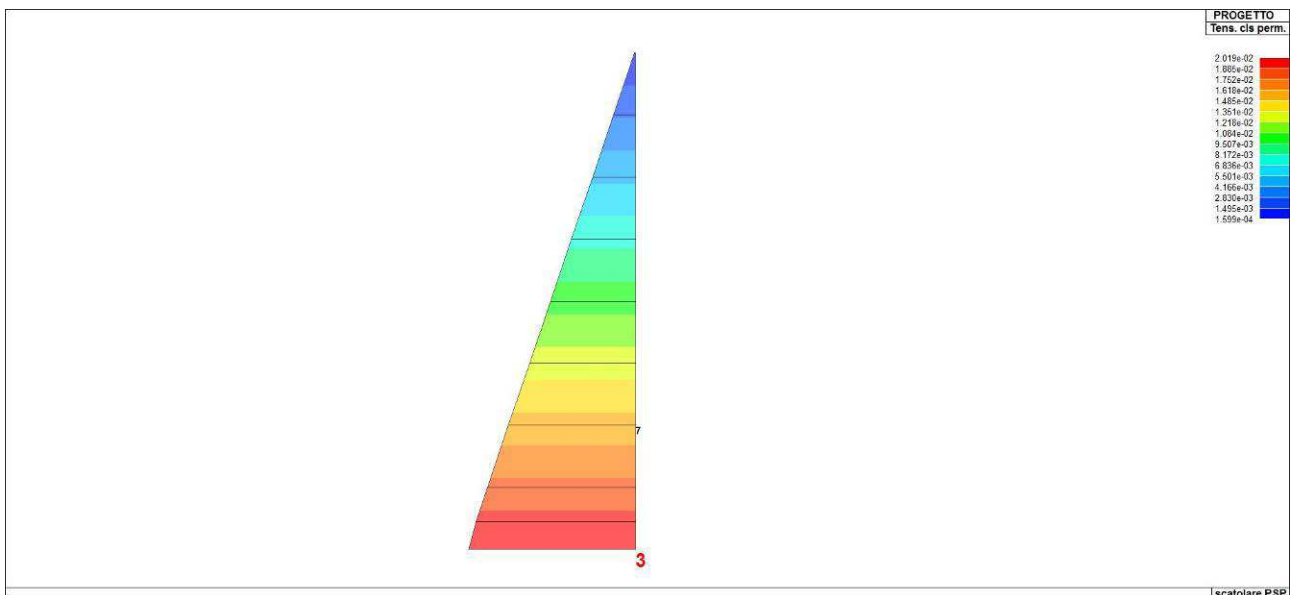


Figura 61. *Indice di verifica della tensione del calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti*

Tutti gli indici sono inferiori all'unità e quindi le relative verifiche soddisfatte.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. PAGINA C 106 di 108

12.4.3 Verifiche SLE fessurazione

PIEDRITTO SEZIONE CORRENTE

L'armatura verticale posta in opera nel piedritto è pari a $\Phi 22$ passo 10 cm, la verifica è condotta nella sezione mediana.

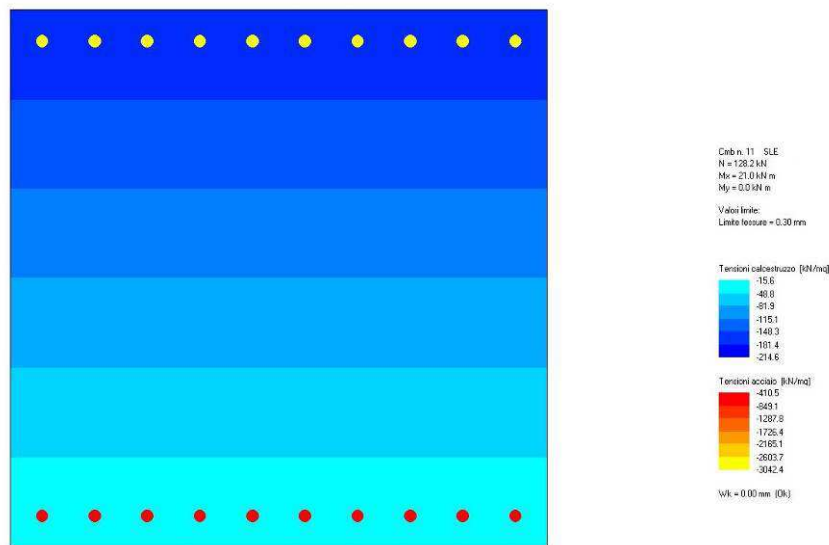


Figura 62. Apertura fessure per combinazioni rare

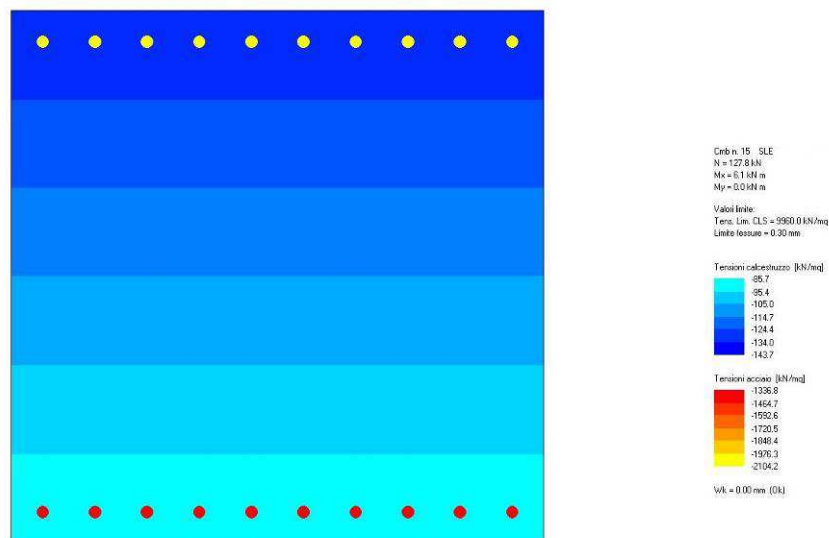


Figura 63. Apertura fessure per combinazioni quasi permanenti

Non si ha apertura di fessura, la verifica è soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 TRATTO GIA' REALIZZATO – RELAZIONE DI CALCOLO GA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.L0.002	REV. C	PAGINA 107 di 108				

13 CALCOLO DELLE INCIDENZE

Nel presente paragrafo si riporta il calcolo delle incidenze degli elementi strutturali, valutato a partire dai quantitativi di armatura necessari per il corretto funzionamento delle strutture e verificati nei paragrafi precedenti. Per tener conto delle armature di ripartizione si è considerato un 30% del quantitativo totale delle armature di forza. IL valore ottenuto è stato ulteriormente incrementato del 50% per tenere in considerazione armature necessarie a garantire la resistenza al taglio, ferri di costruzione e sovrapposizioni.

Il valore di incidenza così ottenuto è stato poi incrementato per la stima delle quantità globali al fine di tenere in considerazione tutte le possibili variabilità in gioco, connesse a:

- l'assunzione di coefficienti forfettari per la stima delle armature di ripartizione e di costruzione;
- la variabilità strutturale che potrebbe richiedere in punti singolari un quantitativo superiore di armatura per particolarità geometriche
- le eventuali inesattezze nella determinazione delle sollecitazioni sui diaframmi per quelle sezioni che non sono state oggetto di una verifica diretta degli effetti delle azioni sbilanciate (fare riferimento all'elaborato intitolato Addendum per la valutazione degli effetti delle spinte statiche sbilanciate)

Il valore così ottenuto (incidenza da calcolo + amplificazione cautelativa) è quello considerato nel computo metrico ed è presentato nella Tabella materiali ed incidenze (IF1M.0.0.E.ZZ.TT.GA.00.0.0.001).

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO TRATTO GIA' REALIZZATO - RELAZIONE DI CALCOLO GA	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL GA.01.L0.002 C 108 di 108

SEZIONE L - completamento

Piedritto					
POS.	n. ferri	φ	TOT lungh. (cm)	peso per arm. parziale	59.68 Peso
Esterna corrente - 1° strato	10	22	100	1	29.840
Interna corrente - 1° strato	10	22	100	1	29.840

γ acciaio	Base	Altezza	Lunghezza	Volume cls	INCIDENZA
kg/m ³	m	m	m	m ³	kg/m ³
7850	1.00	1.00	1.00	1.00	116

INCREMENTI	
x arm. ripart.	1.3
x spille ecc.	1.5

Soletta intermedia (vuoto per pieno)					
POS.	n. ferri	φ	TOT lungh. (cm)	peso per arm. appoggio	71.95 Peso
Superiore corrente - 1° strato	6	24	100	1	21.308
Superiore aggiunta - 2° strato	4	24	100	0.52	7.411
Inferiore aggiunta - 2° strato	8	24	100	0.52	14.823
Inferiore corrente - 1° strato	8	24	100	1	28.410

γ acciaio	Base	Altezza	Lunghezza	Volume cls	INCIDENZA
kg/m ³	m	m	m	m ³	kg/m ³
7850	1.00	1.00	1.00	1.00	140

INCREMENTI	
x arm. ripart.	1.3
x spille ecc.	1.5

Fondazione					
POS.	n. ferri	φ	TOT lungh. (cm)	peso per arm. parziale	49.32 Peso
Superiore corrente - 1° strato	10	20	100	1	24.662
Inferiore corrente - 1° strato	10	20	100	1	24.662

γ acciaio	Base	Altezza	Lunghezza	Volume cls	INCIDENZA
kg/m ³	m	m	m	m ³	kg/m ³
7850	1.00	1.00	1.00	1.00	96

INCREMENTI	
x arm. ripart.	1.3
x spille ecc.	1.5

Fodere					
POS.	n. ferri	φ	TOT lungh. (cm)	peso per arm. parziale	15.78 Peso
Esterna corrente - 1° strato	5	16	100	1	7.892
Interna corrente - 1° strato	5	16	100	1	7.892

γ acciaio	Base	Altezza	Lunghezza	Volume cls	INCIDENZA
kg/m ³	m	m	m	m ³	kg/m ³
7850	1.00	0.30	1.00	0.30	103

INCREMENTI	
x arm. ripart.	1.3
x spille ecc.	1.5

Stima delle incidenze.