

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

SEZIONI TIPO B da km 0+730,00 a km 1+026,75

INTERSEZIONE FERROVIARIA LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OPERE PROVVISORIALI

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI	
gg/mm/aa	gg/mm/aa	

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	B	0	0	0	6	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE PER RdV	BERTINELLI	10/09/18	NARDONE	11/09/18	BELLOCCHIO	11/09/18	CASSANI	
B	EMISSIONE PER RdV	BERTINELLI	08/10/18	NARDONE	09/10/18	BELLOCCHIO	09/10/18		
									10/09/18

File: IF1M.0.0.E.ZZ.CL.GA.01.B.0.006-B.doc

n. Elab.: X

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 2 di 178

1	PREMESSA	7
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	9
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	15
4	CRITERI DI MODELLAZIONE	16
4.1	MODELLAZIONE DEL SOLETTONE DI COPERTURA E DEI DIAFRAMMI	16
4.2	MODELLAZIONE DEL SOLETTONE DI FONDO E DELLE FODERE	18
5	MATERIALI UTILIZZATI	20
5.1	CONGLOMERATO CEMENTIZIO	20
5.2	ACCIAIO PER ARMATURE	20
5.3	VERIFICHE A FESSURAZIONE	21
5.4	TENSIONI DI ESERCIZIO	23
6	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	24
7	CRITERI DI CALCOLO	29
7.1	CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	29
7.2	COMBINAZIONI DI CARICO	34
7.2.1	<i>Combinazioni per la verifica allo SLU e SLE</i>	34
8	ANALISI DEI CARICHI SOLETTONE DI COPERTURA E DIAFRAMMI	38
8.1	PESO PROPRIO E CARICHI PERMANENTI PORTATI	39
8.2	SPINTA DEL TERRENO E SPINTA IDROSTATICA	39
8.2.1	<i>In assenza di falda</i>	40
8.2.2	<i>In presenza di falda</i>	41

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 3 di 178

8.3	CARICHI ACCIDENTALI.....	42
8.3.1	<i>Cantiere.....</i>	42
8.3.2	<i>Fase definitiva</i>	43
8.4	AZIONE TERMICA	44
8.5	RITIRO	44
8.6	AZIONE SISMICA	45
8.6.1	<i>Stato limite di salvaguardia della vita (SLV).....</i>	45
8.7	PRESSIONE INTERNA	49
9	<i>ANALISI SVOLTE PER SOLETTONE DI COPERTURA E DIAFRAMMI</i>	50
9.1	MODELLAZIONE DEI MATERIALI.....	54
9.2	MODELLAZIONE DELLE SEZIONI	55
9.3	MODELLAZIONE DELLE AZIONI.....	57
9.4	SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO	62
9.5	DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI FASE 1	75
9.6	RISULTATI FASE 1	77
9.7	DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI FASE 2	80
9.8	RISULTATI FASE 2	85
9.8.1	<i>Combinazione più gravosa diaframmi.....</i>	85
9.8.2	<i>Combinazione più gravosa solettone di copertura.....</i>	87
9.8.3	<i>Inviluppo SLU.....</i>	89
9.8.4	<i>Inviluppo SLV.....</i>	92
9.8.5	<i>Inviluppo SLE.....</i>	95

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 4 di 178

10	ANALISI DEI CARICHI SOLETTONE DI FONDAZIONE E FODERE.....	98
10.1	PESO PROPRIO E CARICHI PERMANENTI PORTATI.....	99
10.2	SPINTA IDROSTATICA.....	99
10.3	CARICHI ACCIDENTALI.....	100
10.4	AZIONE SISMICA	101
10.4.1	<i>Stato limite di salvaguardia della vita (SLV).....</i>	<i>101</i>
11	ANALISI SVOLTE SOLETTONE DI FONDAZIONE E FODERE	105
11.1	MODELLAZIONE DEI MATERIALI.....	109
11.2	MODELLAZIONE DELLE SEZIONI	110
11.3	MODELLAZIONE DELLE AZIONI.....	111
11.4	SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO	115
11.5	DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI.....	121
11.6	RISULTATI.....	122
11.6.1	<i>Inviluppo SLU.....</i>	<i>122</i>
11.6.2	<i>Inviluppo SLV.....</i>	<i>125</i>
11.6.3	<i>Inviluppo SLE.....</i>	<i>128</i>
12	VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI	131
12.1	DIAFRAMMI	133
12.1.1	<i>Verifiche SLU sezione corrente (sezione C).....</i>	<i>134</i>
12.1.2	<i>Verifiche SLU sezione di testa (sezione D).....</i>	<i>135</i>
12.1.3	<i>Verifiche SLE sezione corrente (sezione C).....</i>	<i>136</i>
12.1.4	<i>Verifiche SLE sezione di testa (sezione D).....</i>	<i>137</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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 5 di 178

12.2	PIEDRITTI.....	138
12.2.1	Verifiche SLU (sezione E).....	139
12.2.2	Verifiche SLE (sezione E).....	140
12.3	SOLETTONE DI COPERTURA	141
12.3.1	Verifiche SLU sezione in campata (sezione A).....	142
12.3.2	Verifiche SLU sezione in incastro (sezione B).....	143
12.3.3	Verifiche SLE sezione in campata (sezione A).....	144
12.3.4	Verifiche SLE sezione in incastro (sezione B).....	145
12.4	SOLETTONE DI FONDAZIONE.....	146
12.4.1	Verifiche SLU sezione in campata (sezione A).....	147
12.4.2	Verifiche SLU sezione in incastro (sezione B).....	148
12.4.3	Verifiche SLE sezione in campata (sezione A).....	149
12.4.4	Verifiche SLE sezione in incastro (sezione B).....	150
12.5	FODERE.....	151
12.5.1	Verifiche SLU sezione corrente (sezione C).....	152
12.5.2	Verifiche SLU sezione in incastro (sezione D).....	153
12.5.3	Verifiche SLE sezione corrente (sezione C).....	154
12.5.4	Verifiche SLE sezione in incastro (sezione D).....	155
13	VERIFICHE SISMICHE SLD.....	156
13.1	CRITERI DI VERIFICA	156
13.1.1	Diaframmi e piedritti.....	157
13.1.2	Solettone di copertura	158

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 6 di 178

13.1.3	Fodere	159
13.1.4	Solettone di fondazione	160
14	VERIFICHE DI PORTANZA DEI DIAFRAMMI	161
14.1	DIAFRAMMI COMBINAZIONE SLU	161
14.2	DIAFRAMMI COMBINAZIONE SLV	164
15	VALUTAZIONE EFFETTO LIQUEFAZIONE.....	167
16	SPOSTAMENTI SUGLI EDIFICI.....	172
17	CALCOLO DELLE INCIDENZE	177

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 7 di 178				

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>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> <u>Mandante:</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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 8 di 178



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.		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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	9 di 178

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il tratto di galleria oggetto di verifica in questa relazione si sviluppa tra la progressiva 0+730.00 e la progressiva 0+790.00, per una lunghezza complessiva di 60.00 m.

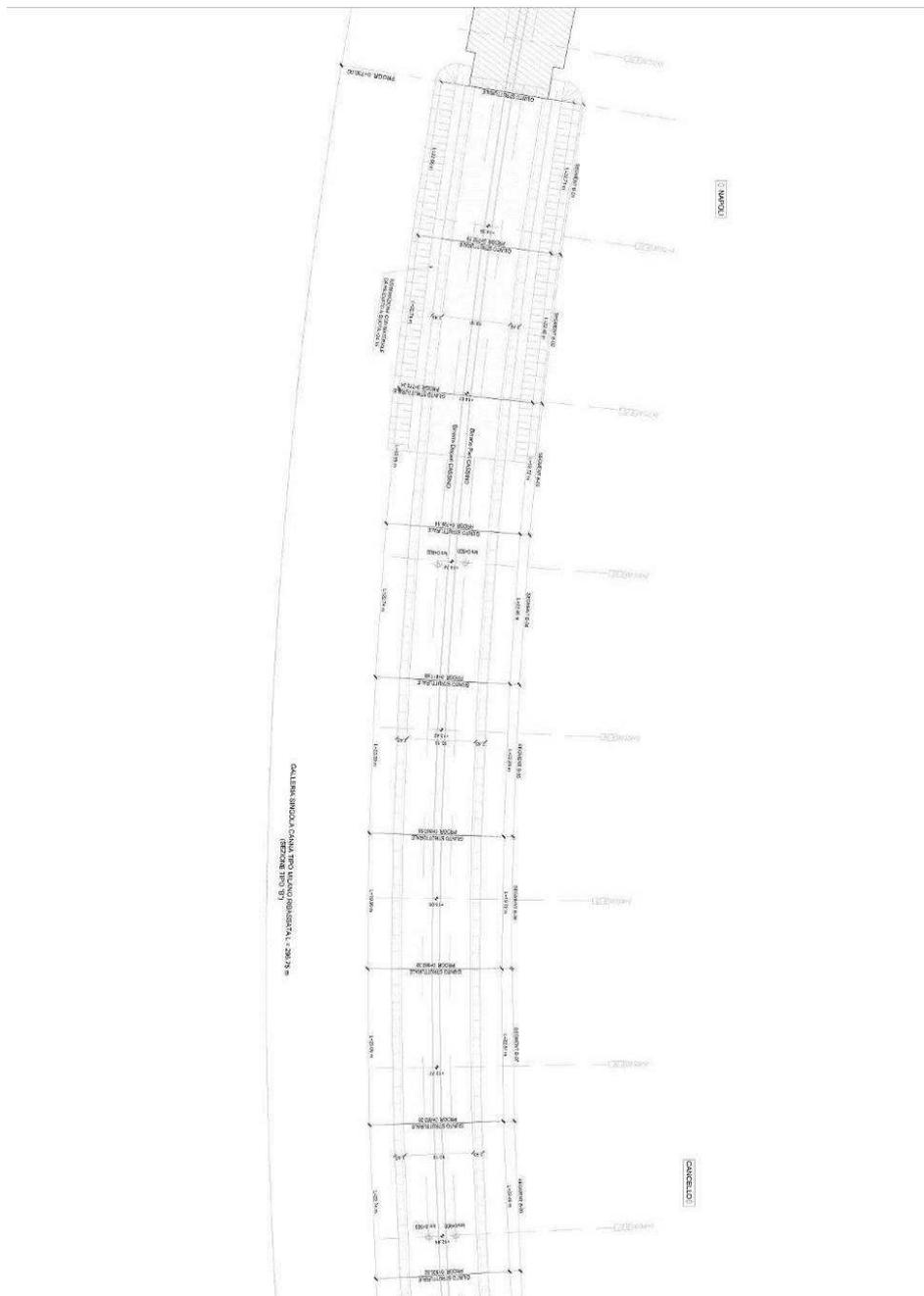


Figura 2. Pianta 1

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: 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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 10 di 178



Figura 3. Pianta 2

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	<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.B0.006</td> <td>B</td> <td>11 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	11 di 178
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	11 di 178								

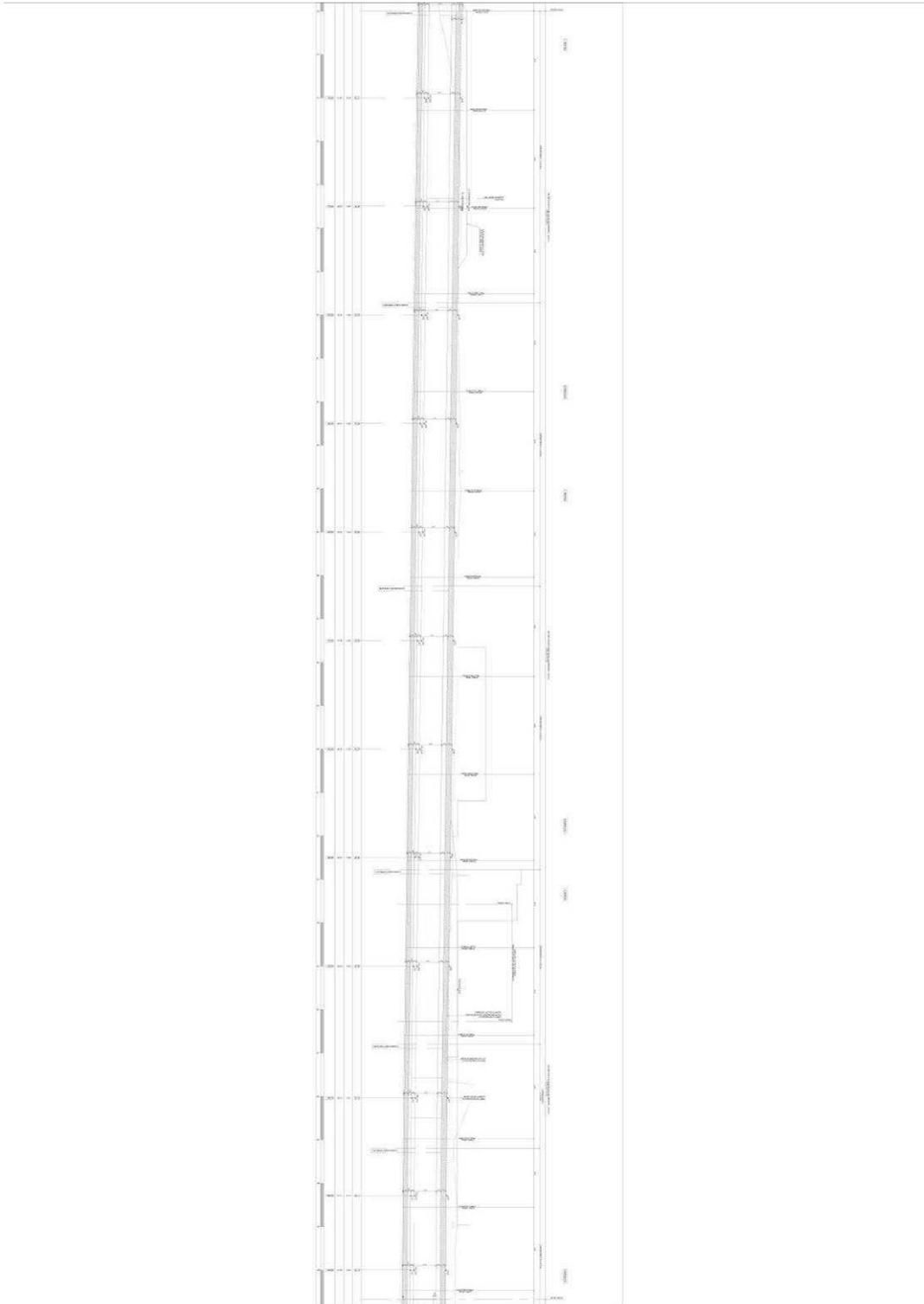


Figura 4. Profilo

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 12 di 178				

La tipologia strutturale della galleria, adottata per il tratto in questione ed indicata come "Tipo B", è caratterizzata da paratie di diaframmi in c.c.a. contrastate da orizzontamenti in c.c. armato e gettati in opera quale copertura (già in fase provvisoria) e fondazione (in fase definitiva) della galleria stessa.

La tipologia strutturale è uno scatolare a singola canna, realizzato mediante 2 diaframmi laterali gettati contro terra, di spessore pari a 100 cm e profondità di 20 m (pannelli standard da 1.00 m x 2.50 m) solidarizzati ad un solettone di copertura di spessore pari a 120 cm tramite "piedritti" aventi base 145 cm.

All'interno di tali diaframmi verrà realizzato un manufatto di sezione ad "U"; tale manufatto sarà costituito da un solettone di fondo sp. 90 cm e larghezza di 10.80 m e fodere di rivestimento dei diaframmi spessore nominale 35 cm.

L'altezza interna netta da piano ferro è pari a 6.10 m.

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.

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

Caratteristiche principali della sezione verificata:

- Sezione di riferimento PK 0+775.00;
- Rinterro massimo 1.88 m;
- Rinterro minimo 1.88 m;
- Livello di falda -10.05 m da p.c. (come da profilo geotecnico).

Per il valore della pressione di pressurizzazione, è stato assunto quello del compartimento, anche successivo, se la pressione dello stesso, in base all'avanzamento previsto delle fasi di pressurizzazione risulterà interessare anche la tratta in oggetto.

Quale ulteriore valutazione favore di sicurezza, è stata aggiunta una combinazione con pressione del compartimento con valore caratteristico, carichi accidentali nulli e rinterro minimo ridotto con opportuno coefficiente in combinazione di carico ($1.88/1.88 = 1$).

Tale sezione di calcolo si trova in corrispondenza dell'intersezione ferroviaria con la linea storica.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 13 di 178

In questa relazione si trovano descrizione della struttura, analisi dei carichi, modellazione e verifica della sezione trasversale tipologica. Nei capitoli successivi vengono sviluppate le seguenti analisi e verifiche aggiuntive:

- Verifica di portanza del carico verticale dei diaframmi;
- Valutazione degli effetti delle lenti di terreno potenzialmente liquefacibili in fase sismica;
- Stima dei potenziali cedimenti verticali del terreno a lato dello scavo sugli edifici limitrofi.

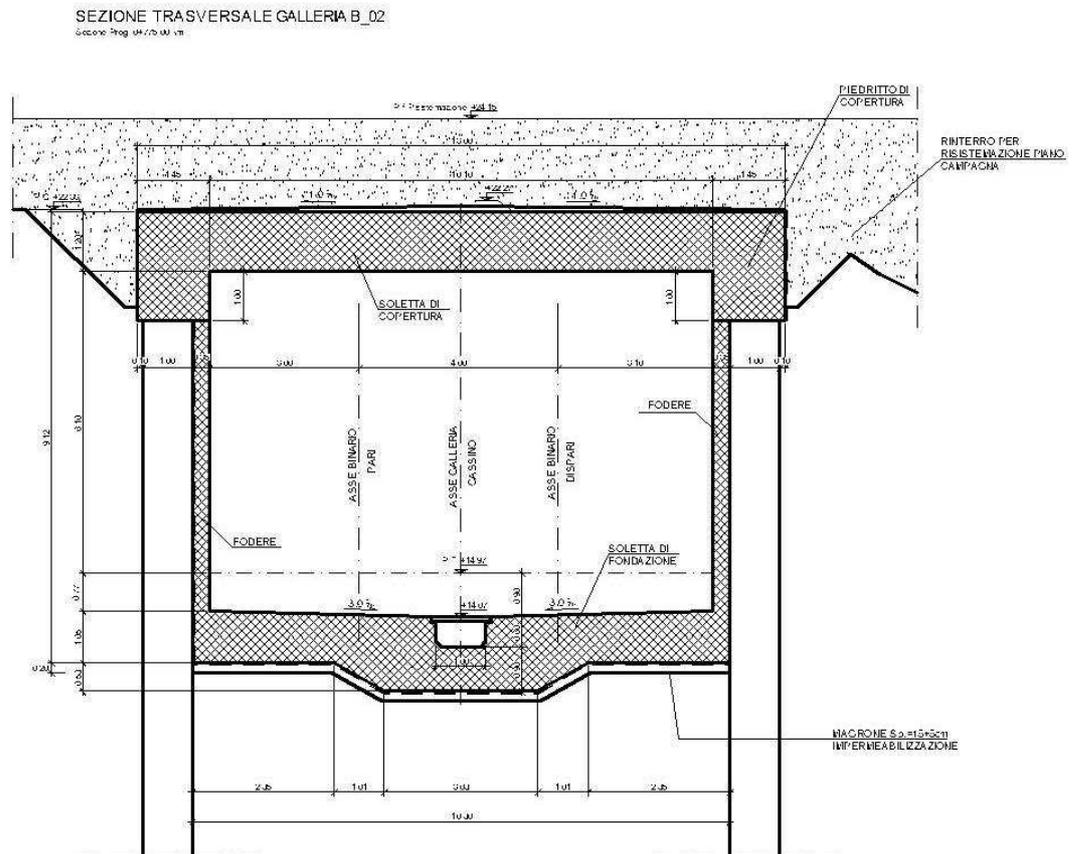


Figura 5. Sezione trasversale

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 14 di 178				

La tecnica esecutiva prevista per la realizzazione dell'opera segue il cosiddetto "Metodo Milano", che può essere riassunto nelle seguenti fasi:

- Scavo fino alla quota di intradosso della copertura e spostamento dei sottoservizi;
- Realizzazione dei diaframmi che costituiranno i piedritti della galleria;
- Realizzazione dei piedritti e dell'orizzontamento superiore;
- Rinterro dello scavo sino a quota di piano campagna;
- Scavo in sotterraneo fino alla base del corpo in ferroviario, con mantenimento di pressurizzazione interna durante l'esecuzione delle lavorazioni per evitare la risalita di acqua di falda, nei tratti progettuali in cui vi è la necessità per la presenza della stessa;
- Completamento opere interne, solettone di fondo e contropareti;
- Disattivazione della pressurizzazione delle canne, se presente.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 15 di 178				

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 16 di 178

4 CRITERI DI MODELLAZIONE

4.1 Modellazione del solettone di copertura e dei diaframmi

La modellazione adottata tiene conto della modalità costruttiva considerando diverse fasi esecutive che si distinguono sostanzialmente in funzione degli elementi strutturali considerati, e quindi delle relative condizioni di vincolo e dei carichi applicati.

- **FASE 1:** Realizzazione diaframmi e solettone di copertura, applicazione del peso proprio degli elementi strutturali, dei carichi permanenti portati (rinterro e massetto), del carico accidentale per i mezzi di cantiere, della spinta statica del terreno (compresa acqua di falda) nonché della pressurizzazione interna durante l'esecuzione delle lavorazioni per evitare la risalita della falda;
- **FASE 2:** Completamento della struttura interna, solettone di fondo e fodere, applicazione del carico accidentale sul rinterro di fase definitiva, incremento della pressione idrostatica dovuto all'innalzamento della falda, applicazione dell'azione termica e del ritiro e delle azioni sismiche. In questa fase vengono richiamate le condizioni di carico dovute al peso proprio ed ai carichi permanenti riferiti alle condizioni di vincolo del modello in FASE 1.

La struttura è stata vincolata alla base dei diaframmi tramite vincoli (carrelli) che bloccano la sola traslazione verticale, mentre lungo la parte interrata dei diaframmi sono stati implementati vincoli assimilabili a molle elastiche non lineari (reagenti solo se sollecitate a compressione) dotate di rigidità orizzontale calcolata in relazione ai parametri geotecnici dei terreni effettivamente presenti.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 17 di 178

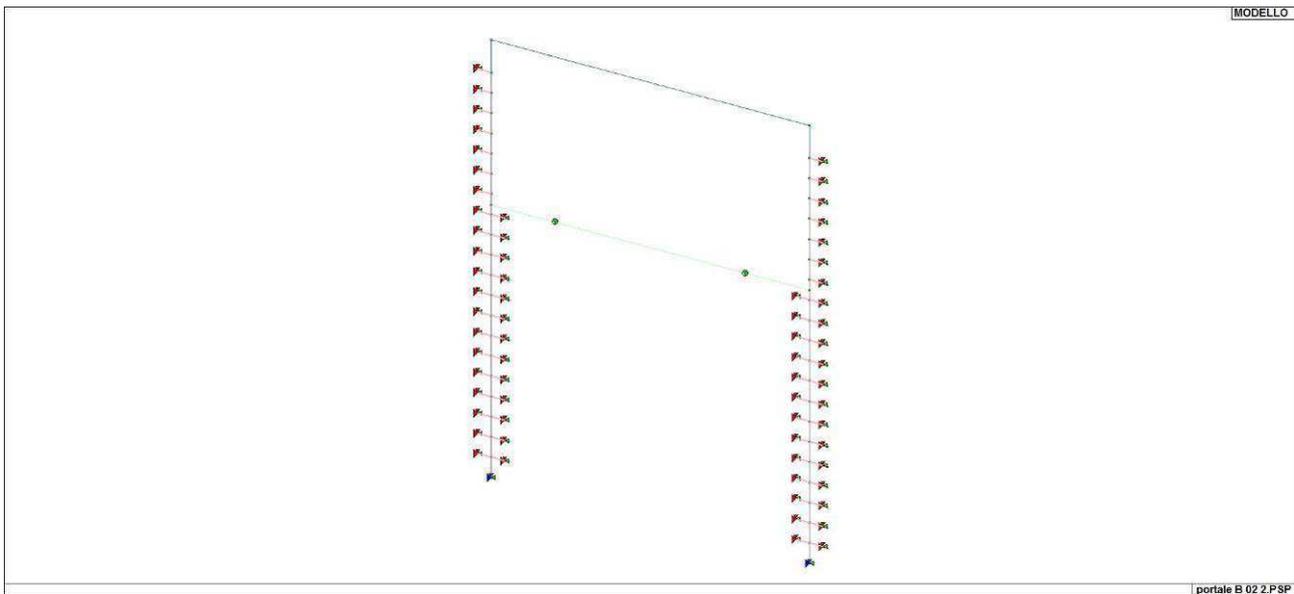


Figura 6. *Vista unifilare del modello*

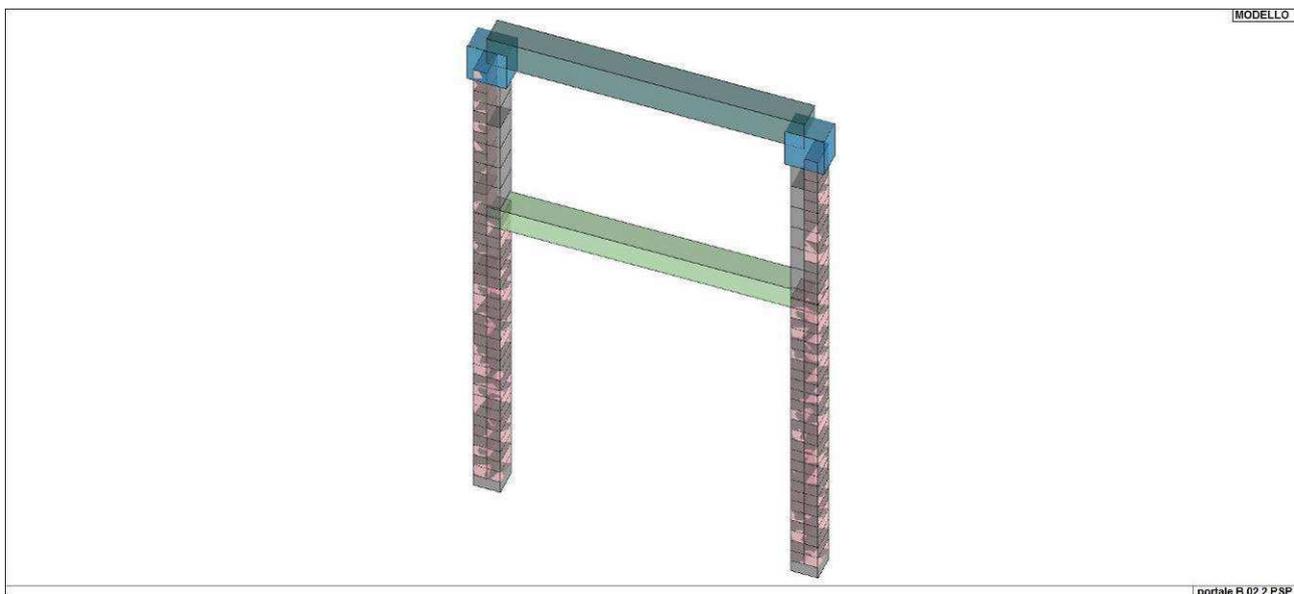


Figura 7. *Vista solida del modello*

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 18 di 178

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.

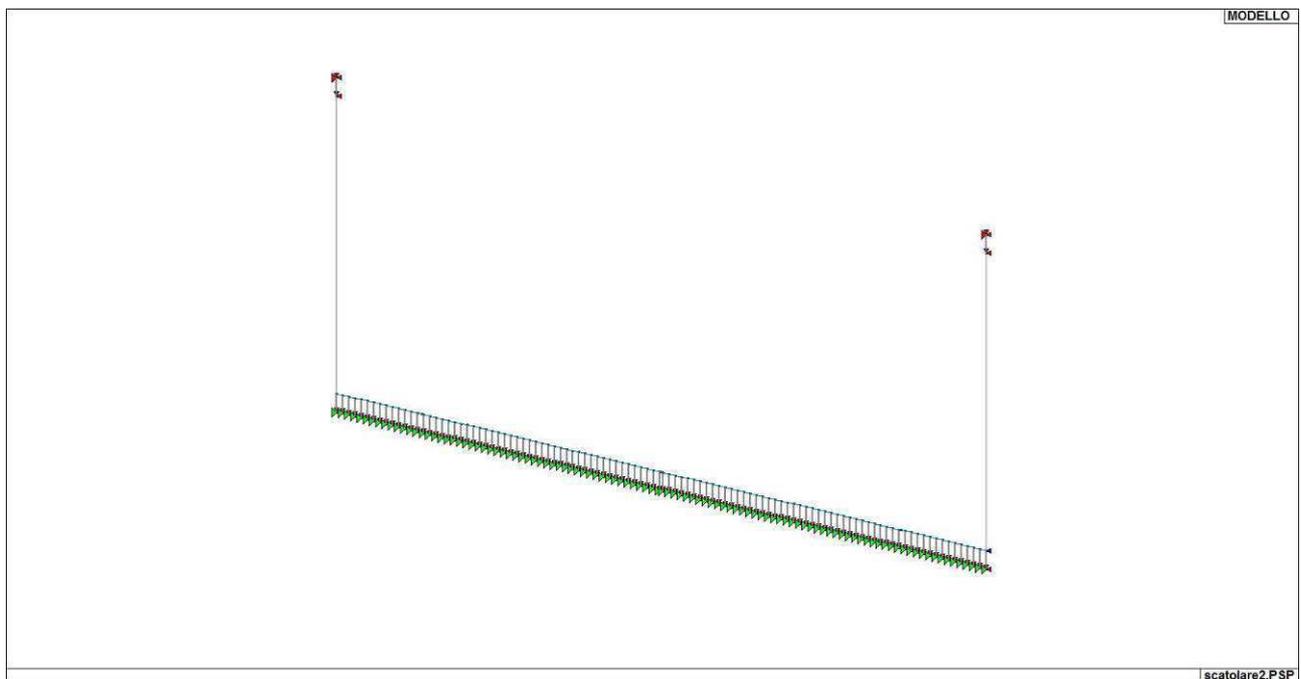


Figura 8. Vista unifilare del modello

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 19 di 178

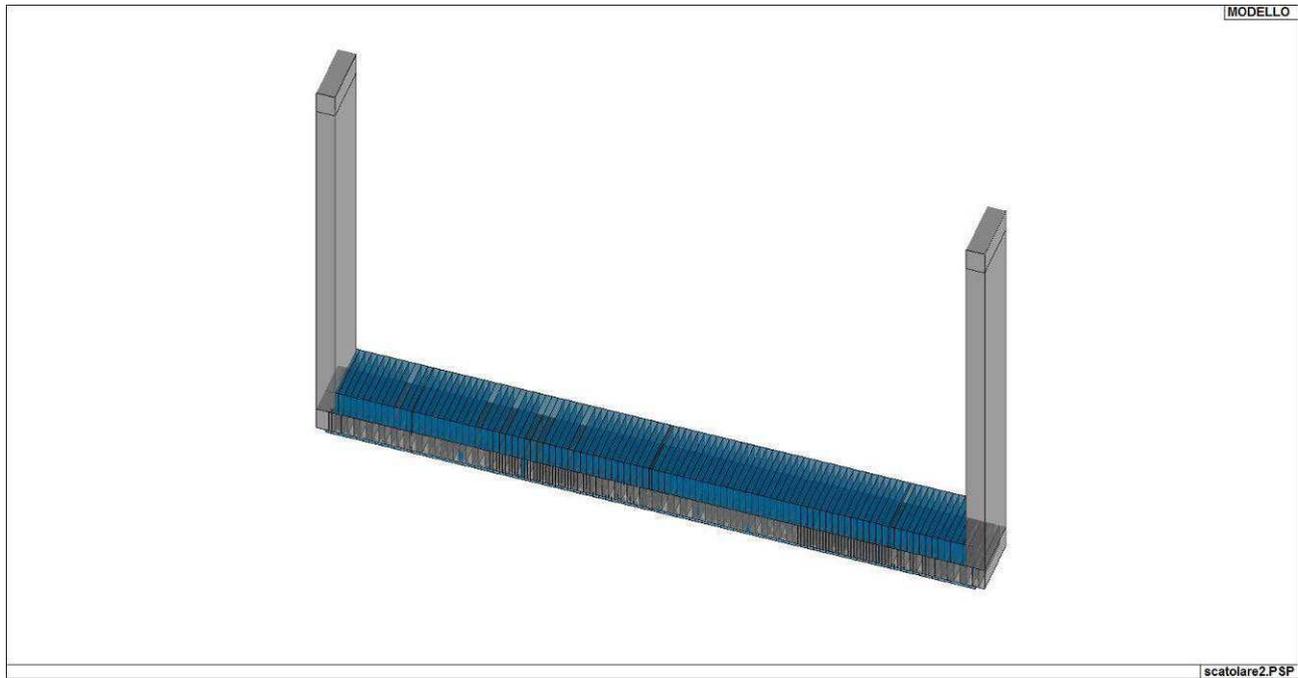


Figura 9. *Vista solida del modello*

APPALTATORE: <u>Mandatario:</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>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	<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.B0.006</td> <td>B</td> <td>20 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	20 di 178
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	20 di 178								

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 diaframmi	60 mm
Copriferro soletta di copertura 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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	<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.B0.006</td> <td>B</td> <td>21 di 178</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	21 di 178
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	21 di 178								

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 10. 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.		
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 22 di 178

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 11. 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>	$\leq w_2$	<u>ap. fessure</u>	$\leq w_3$
		quasi permanente	<u>ap. fessure</u>	$\leq w_1$	<u>ap. fessure</u>	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	<u>ap. fessure</u>	$\leq w_1$	<u>ap. fessure</u>	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	<u>ap. fessure</u>	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	<u>ap. fessure</u>	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	<u>ap. fessure</u>	$\leq w_1$

Figura 12. Tabella 4.1.IV DM 14.01.08

I valori limite sono pari a: $w_1 = 0.2$ mm; $w_2 = 0.3$ mm; $w_3 = 0.4$ mm.

Riassumendo i valori limite sarebbero:

- combinazioni frequenti w_3 ;
- combinazioni quasi permanenti w_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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 23 di 178				

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 24 di 178

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 rinvennero 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 rimaneggiati (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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 25 di 178				

- 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
 $E_0 = 680 \text{ MPa}$ 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
 $E_0 = 2615 \text{ MPa}$ 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
 $E_0 = 1800 \text{ MPa}$ 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.		
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B
				PAGINA 26 di 178		

- 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.

SEZIONE B02				
Sigla	Strato	Spessore [m]	Quota [m]	Quota falda [m]
RV+Riporto	Ballast	1.88	-1.88	-10.05
DI	Piroclastiti rimaneggiate	5.03	-6.91	
PO	Piroclastiti recenti	14.61	-21.52	

Tabella 1. *Stratigrafia terreno*

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

- $k = E/L$ dove: E = modulo di rigidezza del terreno

L = grandezza geometrica caratteristica

La rigidezza 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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 27 di 178

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 spinta attiva	Zona spinta passiva
						K [kg/cmc]	K [kg/cmc]
1	Piroclastiti rimaneggiate	-691	503	31.5	600	1.130	0.709
2	Piroclastiti recenti	-2152	1461	34	1360	2.698	1.526

Tabella 2. *Rigidità molle*

Le molle appena citate sono inserite nel modello come elastiche non lineari perché reagenti solo a compressione. Non risulta necessario modellare la risposta del ramo incrudente poiché la reazione delle molle compresse non è mai tale da superare il limite plastico della pressione sul terreno di monte valutabile semplicemente come $\gamma * h * K_p$.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 28 di 178

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:

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

$$k = 2,644 \text{ daN/cm}^3$$

$$k_{or} = 1,165 \text{ daN/cm}^3$$

Lungo lo sviluppo verticale delle fodere non è stata modellata alcuna risposta elastica.

Questa porzione del tratto B è interessata da terreni soggetti al rischio di liquefazione, conseguentemente la caratterizzazione stratigrafia è stata adeguata e sono state utilizzate le curve di portate dei diaframmi coerenti con queste ipotesi geotecniche.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 29 di 178				

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 30 di 178

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), queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

A riguardo del calcolo allo SLD, si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica il 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).

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. <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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	31 di 178

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: 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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL GA.01.B0.006 B 32 di 178

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:

Longitudine: Latitudine:

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 %
<input type="text" value="75"/>	<input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="112.5"/>	<input type="text" value="100"/>

Rimuovi limiti Vr e Tr (di norma NO)

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]

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 33 di 178

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:

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

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:

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

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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B
					PAGINA 34 di 178	

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

Per le combinazioni di carico analizzate si è fatto generalmente riferimento ai coefficienti di combinazione indicati nel manuale ITALFERR, riportati in Tabella 4; per quei casi di carico elementari non contemplati dalla specifica ferroviaria si è fatto riferimento ai coefficienti di normativa DM2008 riportati in Tabella 5.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 35 di 178

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

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

Tabella 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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 36 di 178

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 37 di 178				

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>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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 38 di 178				

8 ANALISI DEI CARICHI SOLETTONE DI COPERTURA E DIAFRAMMI

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° 15 Casi Di Carico (CDC1÷CDC15), 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 modellando i diversi elementi strutturali in asse.

I principali parametri geometrici, risultano essere i seguenti:

- spessore totale minimo del ricoprimento $H_{r_{min}} = 1.88 \text{ m}$
- spessore totale massimo del ricoprimento $H_{r_{max}} = 1.88 \text{ m}$
- spessore totale medio del massetto $H_m = 0.085 \text{ m}$
- larghezza esterna dell'opera: $L = 13.00 \text{ m}$
- spessore della soletta di copertura: $S_s = 1.20 \text{ m}$
- spessore dei cordoli: $S_c = 1.45 \text{ m}$
- spessore dei diaframmi: $S_d = 1.00 \text{ m}$
- lunghezza dei diaframmi: $H_{dl} = 20.00 \text{ m}$
- spessore della soletta di base: $S_{fs} = 0.90 \text{ m}$

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: 25 kN/m^3
- terreno di ricoprimento: 18 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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 39 di 178

8.1 Peso proprio e carichi permanenti portati

Soletta superiore

- peso ballast 1.88 * 18 = **33.84 kN/m²**
- peso del massetto 0.085 * 25 = **2.125 kN/m²**

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

Tali carichi vengono rispettivamente considerati nei Casi Di Carico CDC 1 e CDC2.

8.2 Spinta del terreno e spinta idrostatica

Il rinterro sopra al solettone di copertura della galleria verrà realizzato tramite materiale di buone caratteristiche meccaniche. Per tale materiale si assumono i seguenti parametri:

- peso specifico $\gamma_t = 18 \text{ kN/m}^3$;
- angolo di attrito $\phi=30^\circ$;

da cui risulta un coefficiente di spinta a riposo $k_o = 1 - \text{sen } \phi$.

Si applicano, di conseguenza, i valori delle spinte a riposo secondo la profondità con

$$P = k_o \gamma_t z$$

e con il consueto diagramma trapezoidale delle pressioni orizzontali.

Le combinazioni di carico corrispondenti al caso di spinta statica sbilanciata sono state tenute in considerazione indirettamente. Sono infatti state svolte delle analisi specifiche per le varie tipologie di sezioni rappresentative e riportate in uno specifico report intitolato Addendum per la valutazione degli effetti delle spinte statiche sbilanciate. Gli effetti valutati in termini di variazione delle massime sollecitazioni flettenti rispetto al caso non sbilanciato sono state tenute in considerazione nel presente report incrementando della stessa quantità le sollecitazioni di verifica. In particolare per la sezione in esame, si è riscontrato come tale condizione non sia mai dimensionate, ne per verifiche SLU ne per verifiche SLE.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	<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.B0.006</td> <td>B</td> <td>40 di 178</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	40 di 178
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	40 di 178								

8.2.1 In assenza di falda

Le pressioni del terreno relative alla spinta a riposo, risultano essere le seguenti:

$$p_0 = 0$$

$$p_H = [18 \text{ o } 16 \text{ (o } 8 \text{ o } 6) * H] * k_0$$

Tali carichi vengono considerati nei Casi Di Carico CDC 2.

Spinta statica terreno									
sez.	stratigrafia	H m	z m	$\gamma t (\gamma')$ kN/m ³	ϕ °	k_0	ΔP kN/m	P kN/m	k_0^*
0	piano campagna	0	0	-	-	-	-	0.00	-
1	rinterro	1.88	1.88	18.0	30.0	0.500	16.92	16.92	0.473
2	asse sol. copertura	2.48	0.60	18.0	30.0	0.500	5.40	22.32	
3	inizio diaframma	4.08	1.60	18.0	30.0	0.500	14.40	36.72	
4	piroclastiti recenti	6.91	2.83	16.0	31.5	0.478	21.62	58.34	
5	inizio falda	10.05	3.14	16.0	34.0	0.441	22.15	80.49	
6	asse sol. fondo	10.62	0.57	6.0	34.0	0.441	1.51	81.99	

Tabella 8. Valori spinta statica terreno

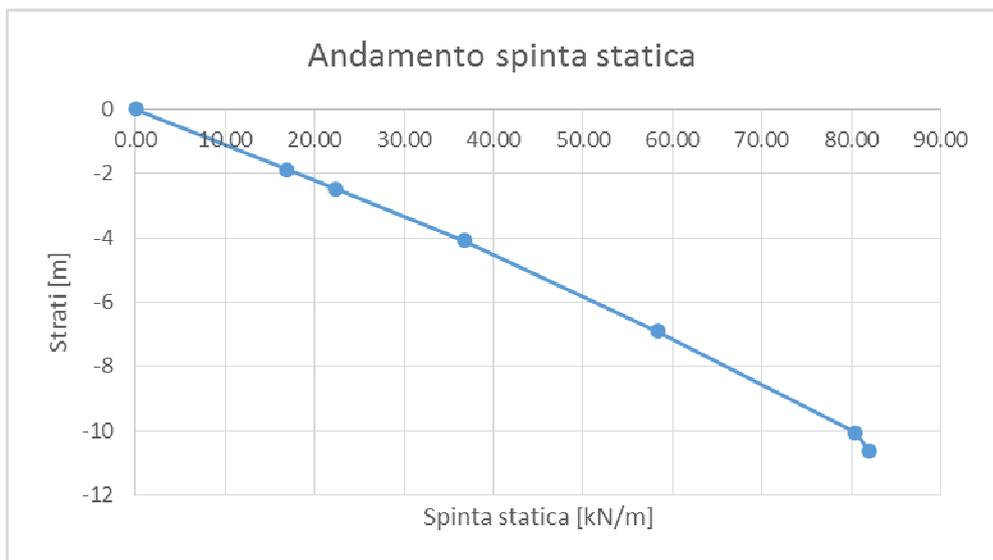


Figura 13. Diagramma andamento spinta statica terreno

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 41 di 178

8.2.2 In presenza di falda

Per l'opera in oggetto è previsto un livello massimo di falda in fase provvisoria (Fase 1) che può raggiungere un'altezza limite di 4.09 m dall'asse del solettone di fondo, mentre in fase definitiva (Fase 2) può arrivare fino ad un'altezza di 5.09 m dallo stesso asse.

Si applicano, di conseguenza, i valori delle spinte secondo la profondità con:

$$P_{tot} = k_0 \gamma' z + \gamma_w z_w$$

- peso specifico terreno secco $\gamma' = \gamma - \gamma_w$

- peso specifico acqua $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

La presenza della falda può quindi essere modellata come un caso di carico con andamento triangolare che introduce un incremento della pressione del terreno nullo alla quota della falda massima e massimo alla profondità massima a cui si è valutata la spinta del terreno stessa.

L'azione della spinta idraulica è stata invece portata in conto applicando una distribuzione di carico con andamento triangolare nella fase provvisoria (Fase 1) con valore:

$$p_{(0,57)} = \gamma_w * H_{falda, max} = 10 * 0,57 = 5,7 \text{ kN/m}^2 \quad \text{con } z_i = 10.05 \text{ m e } z_f = 10.62 \text{ m}$$

mentre nella fase definitiva (Fase 2) si è considerato l'incremento di pressione dovuto all'innalzamento della falda di 1 m applicando in maniera semplificata, ma a favore di sicurezza, una distribuzione di carico costante lungo tutta l'altezza pari a:

$$\Delta p_{idr(fase 2)} = \gamma_w * \Delta H_{falda} = 10 * 1 = 10 \text{ kN/m}^2 \quad \text{con } z_i = 9.05 \text{ m e } z_f = 10.62 \text{ m}$$

Il programma di calcolo adotterà la pressione corretta a tutte le profondità intermedie necessarie.

Tali carichi vengono rispettivamente considerati nei Casi Di Carico CDC 2 e CDC15.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 42 di 178

8.3 Carichi accidentali

8.3.1 Cantiere

Il sovraccarico accidentale dovuto ai mezzi di cantiere presente solo nella Fase 1 è stato assunto pari 10 kN/m^2 , applicato sulla copertura come un carico uniforme distribuito della stessa intensità.

La spinta prodotta invece dal sovraccarico agente sui lati adiacenti è stato applicato sulle pareti laterali come un carico distribuito costante pari a:

$$q_{\text{sovr, cant}} = q_0 * k_0 = 10.00 \text{ kN/m}^2 * 0.473 = 4.73 \text{ kN/m}^2$$

Il valore di k_0 assunto rappresenta la media pesata dei k_0 dei vari strati di terreno per la sezione di calcolo considerata.

Per massimizzare l'effetto del carico si considera una combinazione di involucro Q data dalle varie possibili combinazioni (CM) del carico agente a sinistra della sezione di galleria (CANTIERE 1), al piano di campagna sulla campata (CANTIERE 2) e a destra della sezione di galleria (CANTIERE 3).

Di seguito si riportano le combinazioni dei carichi accidentali in fase provvisoria considerati.

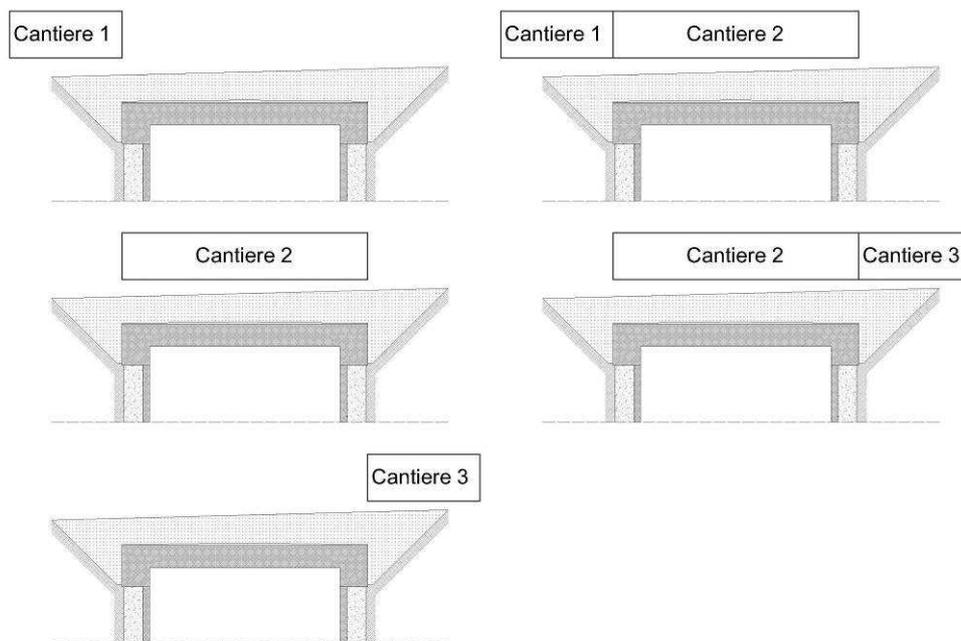


Figura 14. *Combinazione carichi accidentali in fase provvisoria*

Tali carichi vengono considerati nei Casi di Carico CDC 3-4-5.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 43 di 178

8.3.2 Fase definitiva

Il sovraccarico accidentale agente a piano campagna sul solettone di copertura nella Fase 2 è stato dovuto al carico ferroviario della linea storia esistente. In particolare diffondendo i carichi attraverso il ballast (1.88 m) con rapporto 4:1 e attraverso metà dello spessore della soletta di copertura (0.60 m) con rapporto 1:1, si ottiene:

$$q_0 = S_{w0} * 1 + S_{w2} * 1/L = (133+150) / (6.4+(1.88/4+0.62)*2) = 33,14 \text{ kN/m}^2$$

Cautelativamente si adotta $q_0 = 35 \text{ kN/m}^2$

La spinta prodotta invece dal sovraccarico agente sui lati adiacenti è stato applicato sulle pareti laterali come un carico distribuito costante e pari a:

$$q_{\text{sovr, def}} = q_0 * k_0 = 35,00 \text{ kN/m}^2 * 0.473 = 16.56 \text{ kN/m}^2$$

Il valore di k_0 assunto rappresenta la media pesata dei k_0 dei vari strati di terreno.

Per massimizzare l'effetto del carico si considera una combinazione di inviluppo Q data dalle varie possibili combinazioni (CM) del carico agente a sinistra della sezione di galleria (Accidentale 1), al piano di campagna sulla campata (Accidentale 2) e a destra della sezione di galleria (Accidentale 3).

Di seguito si riportano le combinazioni dei carichi accidentali in fase definitiva considerati.

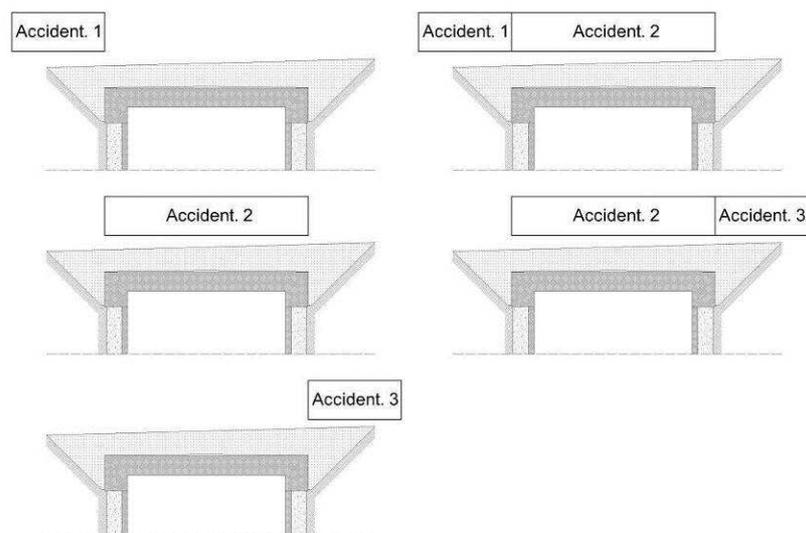


Figura 15. *Combinazione carichi accidentali in fase definitiva*

Tali carichi vengono considerati nei Casi di Carico CDC 6-7-8.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 44 di 178

8.4 Azione termica

Per tenere conto degli effetti dovuti alla variazione termica del solettone di copertura, sono state considerate:

- variazione termica lineare $\Delta T_{\text{lineare}} = + 5.0^{\circ}\text{C}$
- variazione termica costante $\Delta T_{\text{costante}} = \pm 15^{\circ}\text{C}$

Tali carichi vengono considerati nel Caso Di Carico CDC 9 ed applicato solamente in fase 2.

8.5 Ritiro

I fenomeni di ritiro, considerati attivi solo sul solettone di copertura, sono stati applicati attraverso una variazione termica pari a $\Delta T_{\text{costante}} = -11.05^{\circ}\text{C}$ (contrazione), calcolata con la relazione suggerita dall'Appendice 1 della normativa RFI DTC INC CS SP IFS 001 A

$$\text{Variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro: } \Delta T_{\text{ritiro}} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) \cdot E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) \cdot E_{cm} \cdot \alpha}$$

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura.

Tale carico viene considerato nel Caso Di Carico CDC 10 ed applicato solamente in fase 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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 45 di 178				

8.6 Azione sismica

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

- a) sovraspinta e spinta inerziale degli elementi agenti in direzione trasversale positiva (X+) CDC 11
- b) sovraspinta e spinta inerziale degli elementi agenti in direzione trasversale negativa (X-) CDC 12
- c) sovraspinta e spinta inerziale degli elementi agenti in direzione verticale negativa (Z-) CDC 13

8.6.1 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 e quella verticale, sono state applicate alla struttura moltiplicando il peso proprio strutturale, calcolato in automatico dal software, rispettivamente per

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

$$a_{g_v}/g * S_s * S_t = \pm 0.14 * 1.00 * 1.00 = \pm 0.141$$

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 46 di 178

Per tenere conto dell'accelerazione sismica si considerano:

- a) le spinte inerziali agenti sulla soletta superiore dovute alla massa di terreno di ricoprimento risultano in direzione orizzontale con una distribuzione di carico uniforme pari a:

$$Q_{\text{sis ball,or}} = \pm \gamma_{\text{ballast}} * h_{\text{ballast}} * a_{g/g} * S_s * S_t = \pm 18.00 \text{ kN/m}^3 * 1.88 \text{ m} * 0.304 = \pm 10.29 \text{ kN/m}^2$$

e in direzione verticale con una distribuzione di carico uniforme pari a:

$$Q_{\text{sis ball,ver}} = -\gamma_{\text{ballast}} * h_{\text{ballast}} * a_{gv/g} * S_s * S_t = -18.00 \text{ kN/m}^3 * 1.88 \text{ m} * 0.141 = -4.77 \text{ kN/m}^2$$

- b) le spinte inerziali agenti sulla soletta superiore dovute al peso proprio della stessa risultano in direzione orizzontale con una distribuzione di carico uniforme pari a:

$$Q_{\text{sis cls,or}} = \pm \gamma_{\text{cls}} * h_{\text{cls}} * a_{g/g} * S_s * S_t = \pm 25.00 \text{ kN/m}^3 * 1.2 \text{ m} * 0.304 = \pm 9.12 \text{ kN/m}^2$$

e in direzione verticale con una distribuzione di carico uniforme pari a:

$$Q_{\text{sis cls,ver}} = -\gamma_{\text{cls}} * h_{\text{cls}} * a_{gv/g} * S_s * S_t = -25.00 \text{ kN/m}^3 * 1.2 \text{ m} * 0.141 = -4.23 \text{ kN/m}^2$$

- c) l'incremento della spinta del terreno applicata ai diaframmi laterali con una distribuzione di carico costante, considerando la teoria di Wood:

$$\Delta P_{\text{spinta terreno, sisma}} = (\gamma^*) * H * a_{g/g} * S_s * S_t \text{ con:}$$

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

$$H = 10.62 \text{ m}$$

Spinta statica Wood							
sez.	stratigrafia	H m	z m	$\gamma_t (\gamma')$ kN/m ³	γ^* kN/m ³	$a_g * S_s * S_t$ -	ΔP kN/m
0	piano campagna	0	0	-	-	-	-
1	rinterro	1.88	1.88	18.0	16.23	0.304	52.40
2	asse sol. copertura	2.48	0.60	18.0			
3	inizio diaframma	4.08	1.60	18.0			
4	piroclastiti recenti	6.91	2.83	16.0			
5	inizio falda	10.05	3.14	16.0			
6	asse sol. fondo	10.62	0.57	6.0			

Tabella 9. Spinta di Wood

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 47 di 178

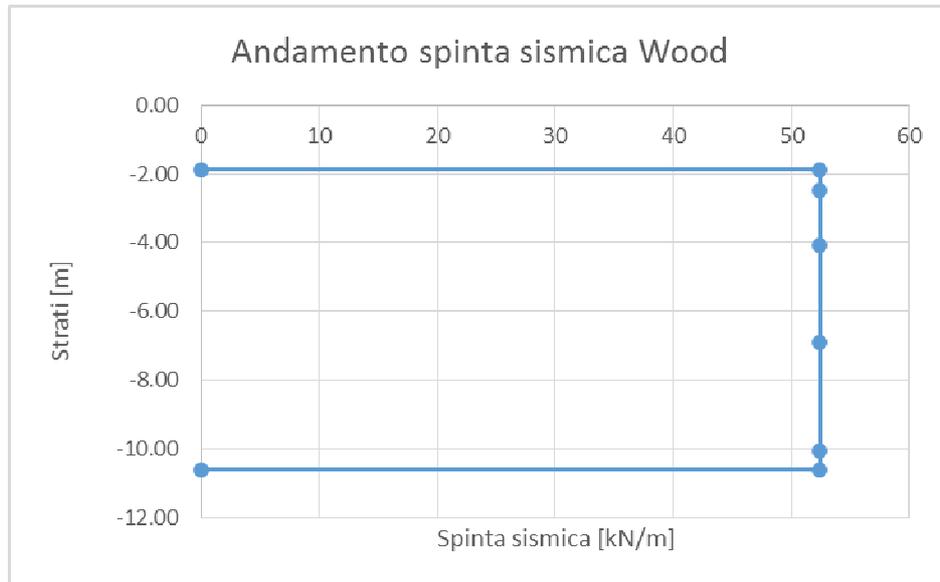


Figura 16. *Diagramma andamento spinta Wood*

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 48 di 178

d) l'incremento della spinta dell'acqua applicata ai diaframmi laterali con una distribuzione di carico pseudoparabolica, considerando la teoria di Westergaard :

$$q(z) = 7/8 * k_h * \gamma_w * (H * z)^{1/2} \text{ con:}$$

$$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3 \text{ peso specifico acqua}$$

$$k_h = \beta_m * \frac{a \text{ max}}{g} = 0.304$$

H = altezza di falda

z = altezza intervallo considerato

Spinta Westergaard

$$q(z) = 7/8 * k_h * \gamma_w * (H * z)^{1/2}$$

	Quota [m]	z	q(z)
q(0)	-10.05	0	0.00
q(0.25)	-10.30	0.25	1.00
q(0.5)	-10.55	0.50	1.42
q(0.57)	-10.62	0.57	1.52

Tabella 10. *Tabella valori spinta di Westergaard*

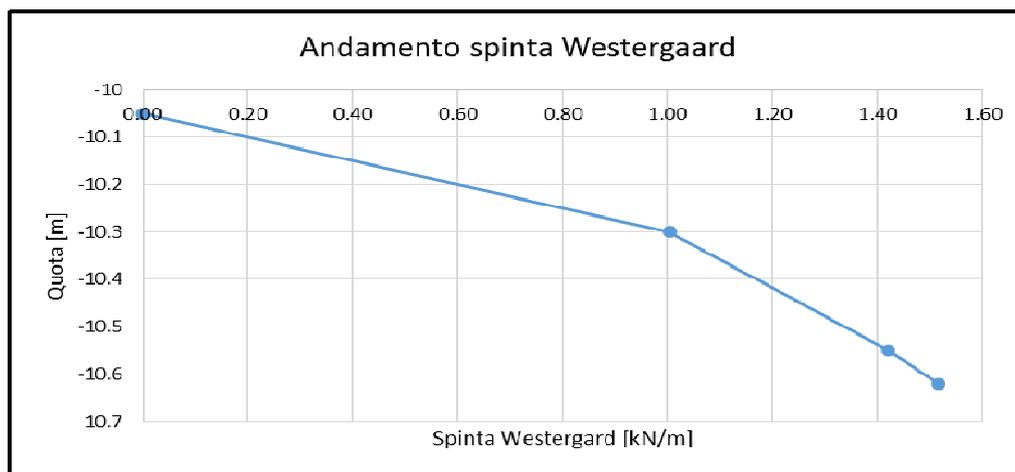


Figura 17. *Diagramma andamento spinta di Westergaard*

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 49 di 178

e) le spinte inerziali agenti sui diaframmi con una distribuzione di carico uniforme pari a:

$$q_{\text{sis,diaf,lat}} = \pm \gamma_{\text{cls}} * s_{\text{diaf,lat}} * ag/g * Ss * St = \pm 25.00 \text{ kN/m}^3 * 1.0 \text{ m} * 0.304 = \pm 7.60 \text{ kN/m}^2$$

f) le spinte inerziali agenti sui piedritti con una distribuzione di carico uniforme pari a:

$$q_{\text{sis,cor,lat}} = \pm \gamma_{\text{cls}} * s_{\text{cord,lat}} * ag/g * Ss * St = \pm 25.00 \text{ kN/m}^3 * 1.45 \text{ m} * 0.304 = \pm 11.05 \text{ kN/m}^2$$

8.7 Pressione interna

In Fase 1 si utilizzerà una pressurizzazione all'interno delle canne per contrastare la risalita capillare d'acqua dal fondo scavo prima della realizzazione del solettone di fondo, riferibile ad un valore massimo di pressione pari a 1.00 bar.

Tale carico viene considerato nel Caso Di Carico CDC 14.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 50 di 178

9 ANALISI SVOLTE PER SOLETTONE DI COPERTURA E DIAFRAMMI

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 2018-07-183)
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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 51 di 178

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									
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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 52 di 178				

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	112
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	112
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	-50.00
Xmax =	1230.00
Ymin =	0.00
Ymax =	0.00
Zmin =	-2408.00
Zmax =	-248.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</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>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 53 di 178

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 anormali. 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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 54 di 178

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 55 di 178

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.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 56 di 178

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: b=100 h=100	1.000e+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
2	Rettangolare: b=100 h=145	1.450e+04	1.208e+04	1.208e+04	2.772e+07	1.208e+07	2.541e+07	2.417e+05	3.504e+05	3.625e+05	5.256e+05
3	Rettangolare: b=100 h=120	1.200e+04	1.000e+04	1.000e+04	1.993e+07	1.000e+07	1.440e+07	2.000e+05	2.400e+05	3.000e+05	3.600e+05
4	Rettangolare: b=100 h=90	9000.00	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

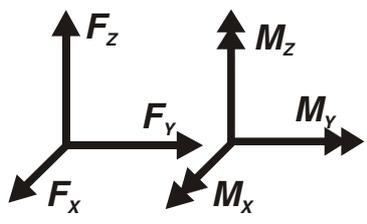
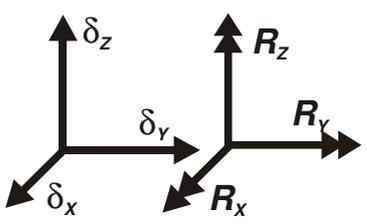
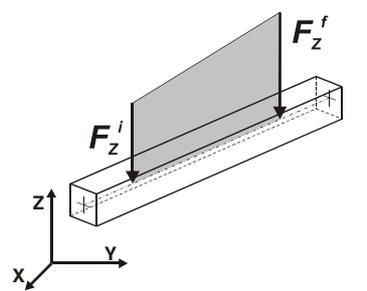
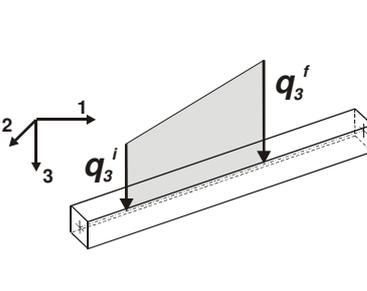
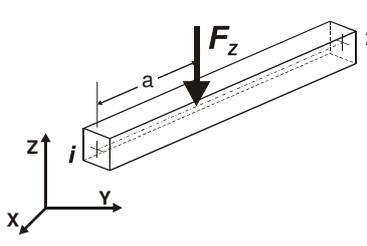
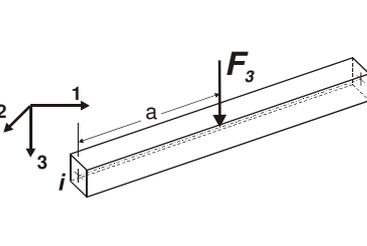
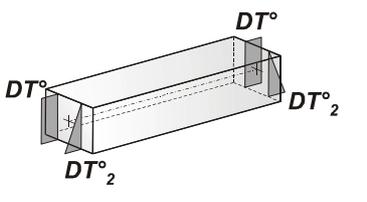
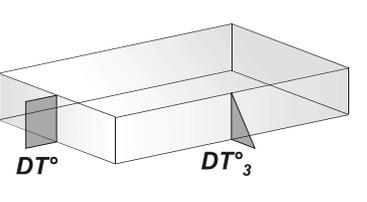
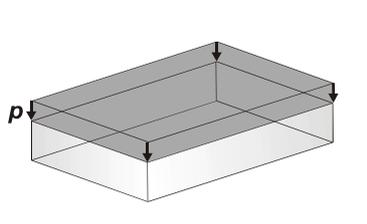
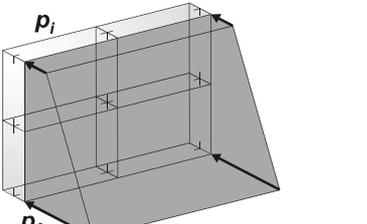
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 57 di 178				

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 F_x, F_y, F_z , momento M_x, M_y, M_z)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento T_x, T_y, T_z , rotazione R_x, R_y, R_z)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati ($f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$, ascissa di inizio carico) 7 dati ($f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$, ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati ($f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$, ascissa di inizio carico) 7 dati ($f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$, ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$, ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati ($F_1, F_2, F_3, M_1, M_2, M_3$, 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.B0.006	REV. B	PAGINA 58 di 178
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP						

 <p>Carico concentrato o nodale</p>	 <p>Spostamento 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					
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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
				IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	59 di 178

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	G ballast SOL	0.0	0.0	0.0	-33.84	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-33.84	0.0	0.0	0.0
2	G massetto SOL	0.0	0.0	0.0	-2.13	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-2.13	0.0	0.0	0.0
9	Cantiere 1	0.0	4.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	4.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Cantiere 2	0.0	0.0	0.0	-10.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-10.00	0.0	0.0	0.0
11	Cantiere 3	0.0	-4.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-4.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	Q accidentale 1	0.0	16.56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	16.56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Q accidentale 2	0.0	0.0	0.0	-35.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-35.00	0.0	0.0	0.0
14	Q accidentale 3	0.0	-16.56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-16.56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	Inerzia terreno SOL +	0.0	10.29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	10.29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	Inerzia terreno SOL -	0.0	-10.29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-10.29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	Inerzia terreno SOL vert	0.0	0.0	0.0	-4.77	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-4.77	0.0	0.0	0.0
21	Inerzia SOLETTONE +	0.0	9.12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	9.12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	Inerzia SOLETTONE -	0.0	-9.12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-9.12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	Inerzia SOLETTONE vert	0.0	0.0	0.0	-4.23	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-4.23	0.0	0.0	0.0
24	Spinta WOOD +	0.0	52.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	52.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	Spinta WOOD -	0.0	-52.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-52.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	Inerzia diaframmi laterali +	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
29	Inerzia diaframmi laterali -	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
32	Inerzia cordoli laterali +	0.0	11.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	11.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 60 di 178

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
33	Inerzia cordoli laterali -	0.0	-11.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-11.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36	Pressione X-	0.0	-100.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-100.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	Pressione X+	0.0	100.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	100.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	Pressione Z+	0.0	0.0	0.0	100.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	100.00	0.0	0.0	0.0

Tipo	variazione termica applicata a trave
-------------	---

Id	Tipo	DT uniforme	DT iniziale	DT finale	DT 2-2 ini	DT 2-2 fin	DT 3-3 ini	DT 3-3 fin
		C	C	C	C	C	C	C
15	Termico lineare 5°C	5.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	Termico farfalla 15°C	0.0	0.0	0.0	-30.00	-30.00	0.0	0.0
17	Ritiro -11.05° C	-11.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tipo	carico variabile generale
-------------	----------------------------------

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm2	cm	daN/cm2
3	G ldr + PARETI				
	Z - Z Qx L2=1.00	-1062.00	5.70 daN/cm	-1005.00	0.0 daN/cm
4	G ldr - PARETI				
	Z - Z Qx L2=1.00	-1062.00	-5.70 daN/cm	-1005.00	0.0 daN/cm
5	Delta ldr + PARETI (fase 2)				
	Z - Z Qx L2=1.00	-1062.00	10.00 daN/cm	-905.00	10.00 daN/cm
6	Delta ldr - PARETI (fase 2)				
	Z - Z Qx L2=1.00	-1062.00	-10.00 daN/cm	-905.00	-10.00 daN/cm
7	G Terra + PARETI				
	Z - Z Qx L2=1.00	-1062.00	81.99 daN/cm	-1005.00	80.49 daN/cm
		-1005.00	80.49 daN/cm	-691.00	58.34 daN/cm
		-691.00	58.34 daN/cm	-408.00	36.72 daN/cm
		-408.00	36.72 daN/cm	-248.00	22.32 daN/cm
		-248.00	22.32 daN/cm	-188.00	16.92 daN/cm
		-188.00	16.92 daN/cm	0.0	0.0 daN/cm
8	G Terra - PARETI				

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 61 di 178

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
	Z - Z Qx L2=1.00	-1062.00	-81.99 daN/cm	-1005.00	-80.49 daN/cm
		-1005.00	-80.49 daN/cm	-691.00	-58.34 daN/cm
		-691.00	-58.34 daN/cm	-408.00	-36.72 daN/cm
		-408.00	-36.72 daN/cm	-248.00	-22.32 daN/cm
		-248.00	-22.32 daN/cm	-188.00	-16.92 daN/cm
		-188.00	-16.92 daN/cm	0.0	0.0 daN/cm
26	Spinta Westergaard +				
	Z - Z Qx L2=1.00	-1062.00	1.52 daN/cm	-1055.00	1.42 daN/cm
		-1055.00	1.42 daN/cm	-1030.00	1.00 daN/cm
		-1030.00	1.00 daN/cm	-1005.00	0.0 daN/cm
27	Spinta Westergaard -				
	Z - Z Qx L2=1.00	-1062.00	-1.52 daN/cm	-1055.00	-1.42 daN/cm
		-1055.00	-1.42 daN/cm	-1030.00	-1.00 daN/cm
		-1030.00	-1.00 daN/cm	-1005.00	0.0 daN/cm

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B
				PAGINA 62 di 178		

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:

	Sigla	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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 63 di 178

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)	D2 : 67 Azione : G Idr - PARETI
			D2 : 67 Azione : G Terra - PARETI
			D2 : 68 Azione : G Idr + PARETI
			D2 : 68 Azione : G Terra + PARETI
			D2 : 71 Azione : G Idr - PARETI
			D2 : 71 Azione : G Terra - PARETI
			D2 : 72 Azione : G Idr + PARETI
			D2 : 72 Azione : G Terra + PARETI
			D2 : 75 Azione : G Idr - PARETI
			D2 : 75 Azione : G Terra - PARETI
			D2 : 76 Azione : G Idr + PARETI
			D2 : 76 Azione : G Terra + PARETI
			D2 : 79 Azione : G Idr - PARETI
			D2 : 79 Azione : G Terra - PARETI
			D2 : 80 Azione : G Idr + PARETI
			D2 : 80 Azione : G Terra + PARETI
			D2 : 84 Azione : G Idr - PARETI
			D2 : 84 Azione : G Terra - PARETI
			D2 : 85 Azione : G Idr + PARETI
			D2 : 85 Azione : G Terra + PARETI
			D2 : 89 Azione : G Idr - PARETI
			D2 : 89 Azione : G Terra - PARETI
			D2 : 93 Azione : G ballast SOL
			D2 : 93 Azione : G massetto SOL
			D2 : 94 Azione : G Idr - PARETI
			D2 : 94 Azione : G Terra - PARETI
			D2 : 95 Azione : G Idr + PARETI
			D2 : 95 Azione : G Terra + PARETI
			D2 : 99 Azione : G Idr - PARETI
			D2 : 99 Azione : G Terra - PARETI
			D2 : 104 Azione : G Idr + PARETI
			D2 : 104 Azione : G Terra + PARETI

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 64 di 178

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			D2 : 106 Azione : G Idr + PARETI
			D2 : 106 Azione : G Terra + PARETI
3	Qk	CDC=Qk (variabile generico) CANTIERE 1	D2 : 68 Azione : Cantiere 1
			D2 : 72 Azione : Cantiere 1
			D2 : 76 Azione : Cantiere 1
			D2 : 80 Azione : Cantiere 1
			D2 : 85 Azione : Cantiere 1
			D2 : 95 Azione : Cantiere 1
			D2 : 104 Azione : Cantiere 1
			D2 : 106 Azione : Cantiere 1
4	Qk	CDC=Qk (variabile generico) CANTIERE 2	D2 : 93 Azione : Cantiere 2
5	Qk	CDC=Qk (variabile generico) CANTIERE 3	D2 : 67 Azione : Cantiere 3
			D2 : 71 Azione : Cantiere 3
			D2 : 75 Azione : Cantiere 3
			D2 : 79 Azione : Cantiere 3
			D2 : 84 Azione : Cantiere 3
			D2 : 89 Azione : Cantiere 3
			D2 : 94 Azione : Cantiere 3
			D2 : 99 Azione : Cantiere 3
6	Qk	CDC=Qk (variabile generico) 1	D2 : 68 Azione : Q accidentale 1
			D2 : 72 Azione : Q accidentale 1
			D2 : 76 Azione : Q accidentale 1
			D2 : 80 Azione : Q accidentale 1
			D2 : 85 Azione : Q accidentale 1
			D2 : 95 Azione : Q accidentale 1
			D2 : 104 Azione : Q accidentale 1
			D2 : 106 Azione : Q accidentale 1
7	Qk	CDC=Qk (variabile generico) 2	D2 : 93 Azione : Q accidentale 2
8	Qk	CDC=Qk (variabile generico) 3	D2 : 67 Azione : Q accidentale 3
			D2 : 71 Azione : Q accidentale 3
			D2 : 75 Azione : Q accidentale 3
			D2 : 79 Azione : Q accidentale 3
			D2 : 84 Azione : Q accidentale 3
			D2 : 89 Azione : Q accidentale 3
			D2 : 94 Azione : Q accidentale 3
			D2 : 99 Azione : Q accidentale 3
9	Qk	CDC=Qk (variabile generico) TERMICO	D2 : 93 Azione : Termico lineare 5°C
			D2 : 93 Azione : Termico farfalla 15°C
10	Gk	CDC=G2k (permanente generico n.c.d.) RITIRO	D2 : 93 Azione : Ritiro -11.05° C
11	Qk	CDC=Qk (variabile generico) SISMA X+	D2 :da 67 a 68 Azione : Inerzia diaframmi laterali +
			D2 :da 71 a 72 Azione : Inerzia diaframmi laterali +
			D2 :da 75 a 76 Azione : Inerzia diaframmi laterali +
			D2 :da 79 a 80 Azione : Inerzia diaframmi laterali +

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 65 di 178

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			D2 : 84 Azione : Inerzia diaframmi laterali +
			D2 : 85 Azione : Spinta Westergaard +
			D2 : 85 Azione : Spinta WOOD +
			D2 : 85 Azione : Inerzia cordoli laterali +
			D2 : 89 Azione : Inerzia cordoli laterali +
			D2 : 93 Azione : Inerzia terreno SOL +
			D2 : 93 Azione : Inerzia SOLETTONE +
			D2 :da 94 a 95 Azione : Inerzia diaframmi laterali +
			D2 : 99 Azione : Inerzia diaframmi laterali +
			D2 : 104 Azione : Inerzia diaframmi laterali +
			D2 : 104 Azione : Spinta Westergaard +
			D2 : 104 Azione : Spinta WOOD +
			D2 : 106 Azione : Inerzia diaframmi laterali +
			D2 : 106 Azione : Spinta Westergaard +
			D2 : 106 Azione : Spinta WOOD +
12	Qk	CDC=Qk (variabile generico) SISMA X-	D2 : 67 Azione : Spinta Westergaard -
			D2 : 67 Azione : Spinta WOOD -
			D2 :da 67 a 68 Azione : Inerzia diaframmi laterali -
			D2 : 71 Azione : Spinta Westergaard -
			D2 : 71 Azione : Spinta WOOD -
			D2 :da 71 a 72 Azione : Inerzia diaframmi laterali -
			D2 : 75 Azione : Spinta Westergaard -
			D2 : 75 Azione : Spinta WOOD -
			D2 :da 75 a 76 Azione : Inerzia diaframmi laterali -
			D2 : 79 Azione : Spinta Westergaard -
			D2 : 79 Azione : Spinta WOOD -
			D2 :da 79 a 80 Azione : Inerzia diaframmi laterali -
			D2 : 84 Azione : Spinta Westergaard -
			D2 : 84 Azione : Spinta WOOD -
			D2 : 84 Azione : Inerzia diaframmi laterali -
			D2 : 85 Azione : Inerzia cordoli laterali -
			D2 : 89 Azione : Inerzia cordoli laterali -
			D2 : 89 Azione : Spinta Westergaard -
			D2 : 89 Azione : Spinta WOOD -
			D2 : 93 Azione : Inerzia terreno SOL -
			D2 : 93 Azione : Inerzia SOLETTONE -
			D2 : 94 Azione : Spinta Westergaard -
			D2 : 94 Azione : Spinta WOOD -
			D2 :da 94 a 95 Azione : Inerzia diaframmi laterali -
			D2 : 99 Azione : Spinta Westergaard -
			D2 : 99 Azione : Spinta WOOD -
			D2 : 99 Azione : Inerzia diaframmi laterali -
			D2 : 104 Azione : Inerzia diaframmi laterali -

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 66 di 178

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			D2 : 106 Azione : Inerzia diaframmi laterali -
13	Qk	CDC=Qk (variabile generico) SISMA VERT	D2 : 93 Azione : Inerzia SOLETTONE vert
			D2 : 93 Azione : Inerzia terreno SOL vert
14	Qk	CDC=Qk (variabile generico) PRESSIONE INTERNA	D2 : 67 Azione : Pressione X+
			D2 : 68 Azione : Pressione X-
			D2 : 71 Azione : Pressione X+
			D2 : 72 Azione : Pressione X-
			D2 : 75 Azione : Pressione X+
			D2 : 76 Azione : Pressione X-
			D2 : 79 Azione : Pressione X+
			D2 : 80 Azione : Pressione X-
			D2 : 84 Azione : Pressione X+
			D2 : 85 Azione : Pressione X-
			D2 : 89 Azione : Pressione X+
			D2 : 93 Azione : Pressione Z+
			D2 : 94 Azione : Pressione X+
			D2 : 95 Azione : Pressione X-
			D2 : 99 Azione : Pressione X+
			D2 : 104 Azione : Pressione X-
			D2 : 106 Azione : Pressione X-
16	Gk	CDC=G1k (permanente generico) DELTA P idr fase 2	D2 : 67 Azione : Delta Idr - PARETI (fase 2)
			D2 : 68 Azione : Delta Idr + PARETI (fase 2)
			D2 : 71 Azione : Delta Idr - PARETI (fase 2)
			D2 : 72 Azione : Delta Idr + PARETI (fase 2)
			D2 : 75 Azione : Delta Idr - PARETI (fase 2)
			D2 : 76 Azione : Delta Idr + PARETI (fase 2)
			D2 : 79 Azione : Delta Idr - PARETI (fase 2)
			D2 : 80 Azione : Delta Idr + PARETI (fase 2)
			D2 : 84 Azione : Delta Idr - PARETI (fase 2)
			D2 : 85 Azione : Delta Idr + PARETI (fase 2)
			D2 : 89 Azione : Delta Idr - PARETI (fase 2)
			D2 : 94 Azione : Delta Idr - PARETI (fase 2)
			D2 : 95 Azione : Delta Idr + PARETI (fase 2)
			D2 : 99 Azione : Delta Idr - PARETI (fase 2)
			D2 : 104 Azione : Delta Idr + PARETI (fase 2)
			D2 : 106 Azione : Delta Idr + PARETI (fase 2)

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 IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 67 di 178
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP							

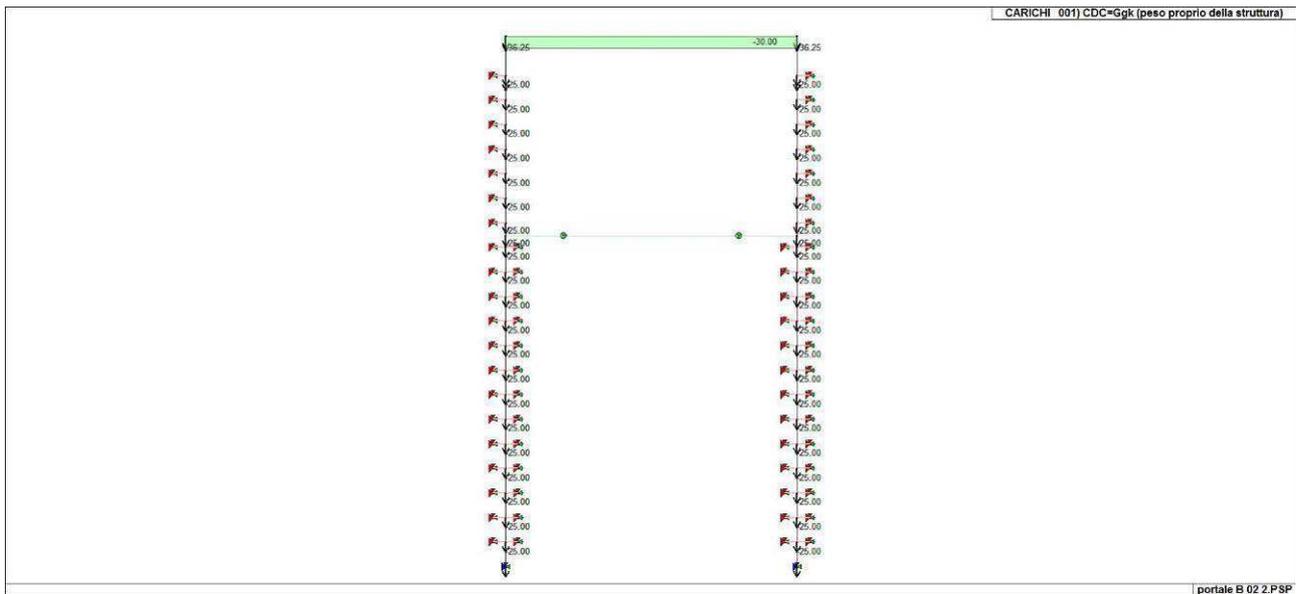


Figura 18. Caso di carico CDC 1 (peso proprio della struttura)

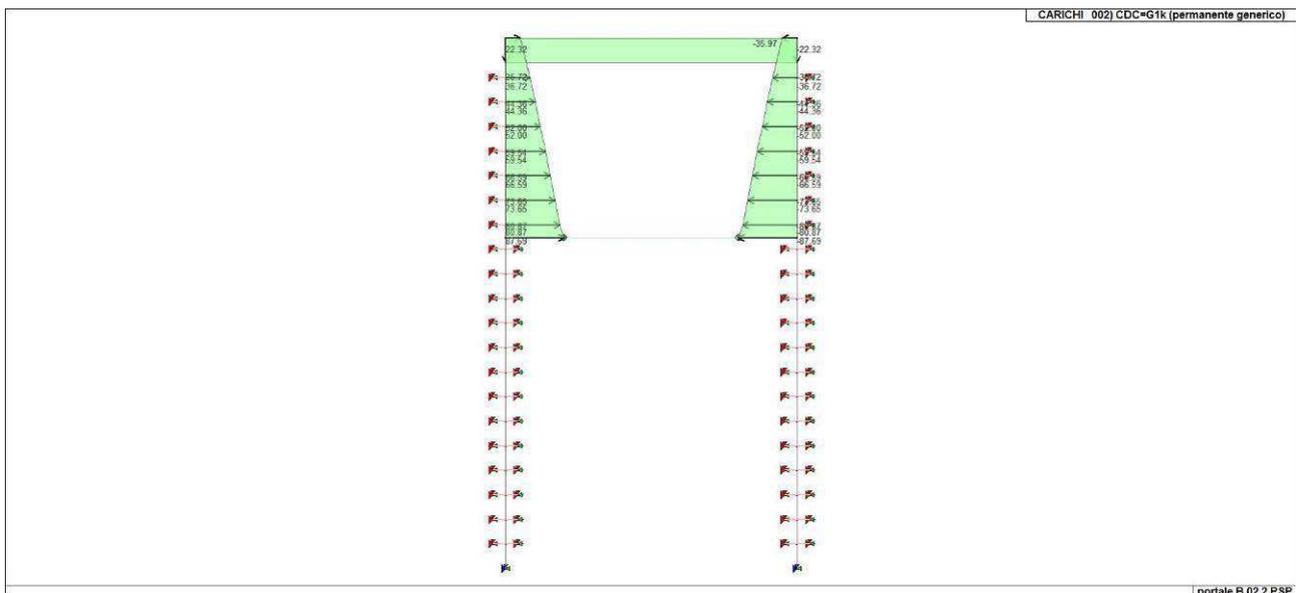


Figura 19. Caso di carico CDC 2 (permanente generico)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 68 di 178

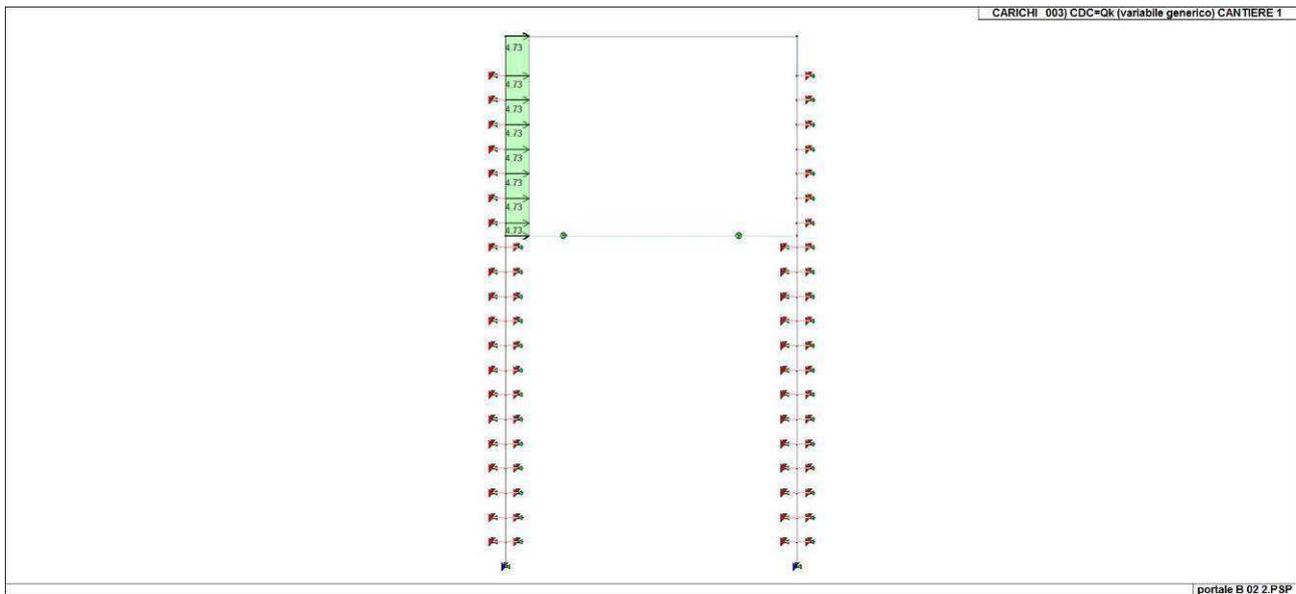


Figura 20. Caso di carico CDC 3 (Cantiere 1)

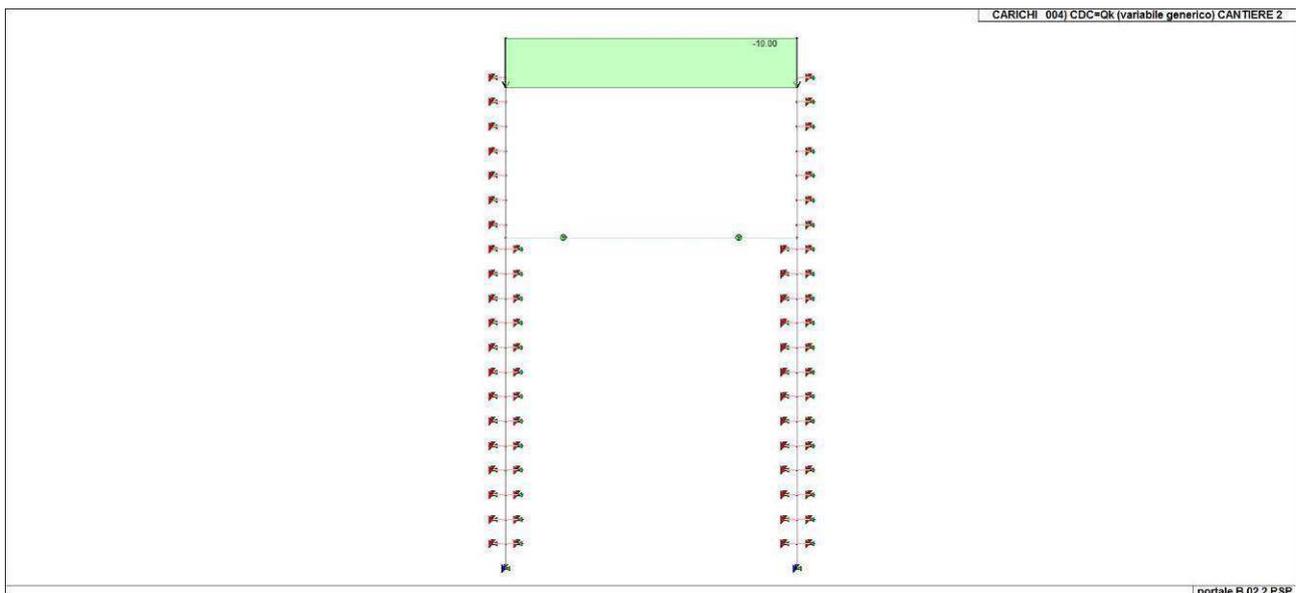


Figura 21. Caso di carico CDC 4 (Cantiere 2)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	69 di 178

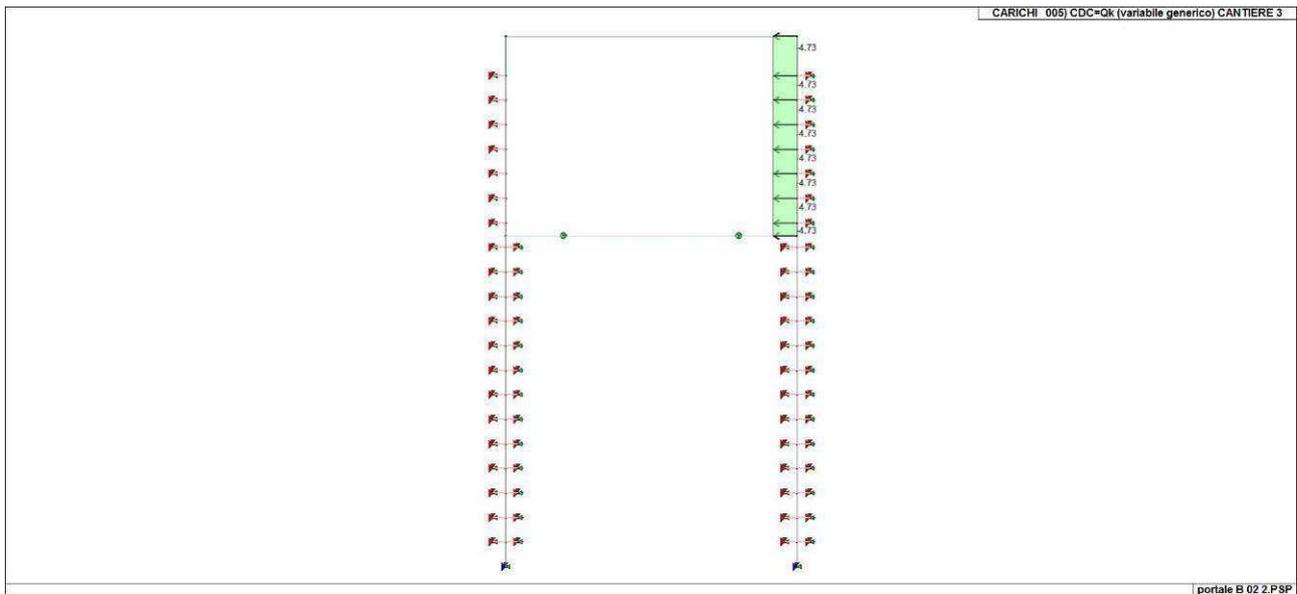


Figura 22. Caso di carico CDC 5 (Cantiere 3)

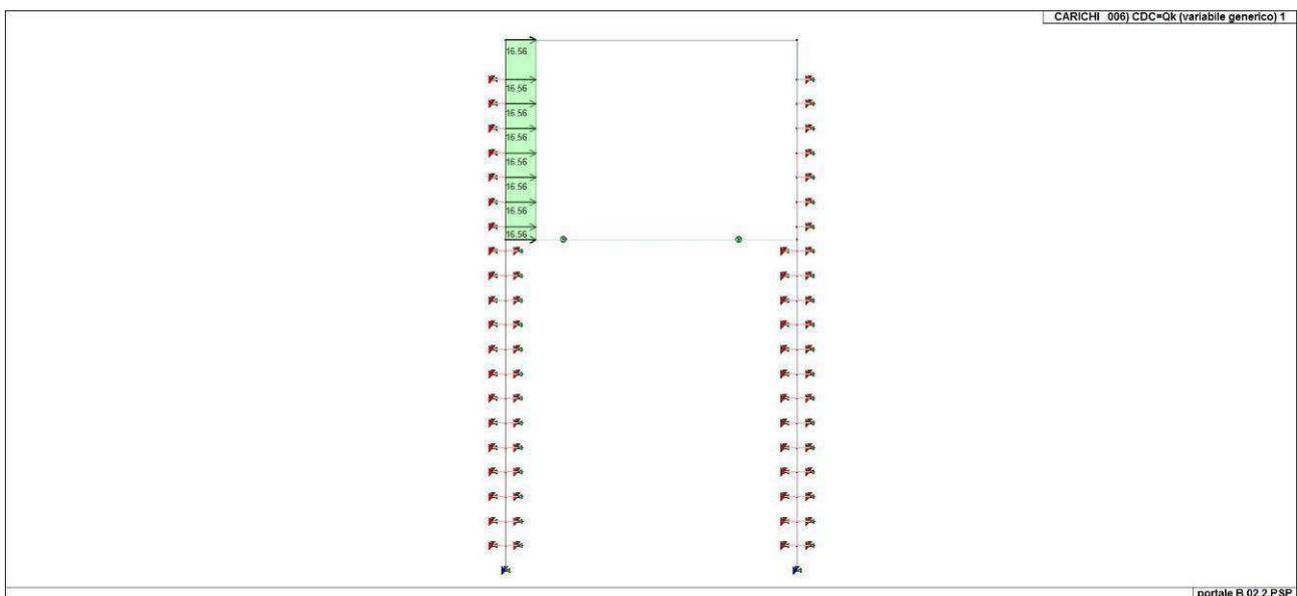


Figura 23. Caso di carico CDC 6 (Accidentale 1)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 70 di 178

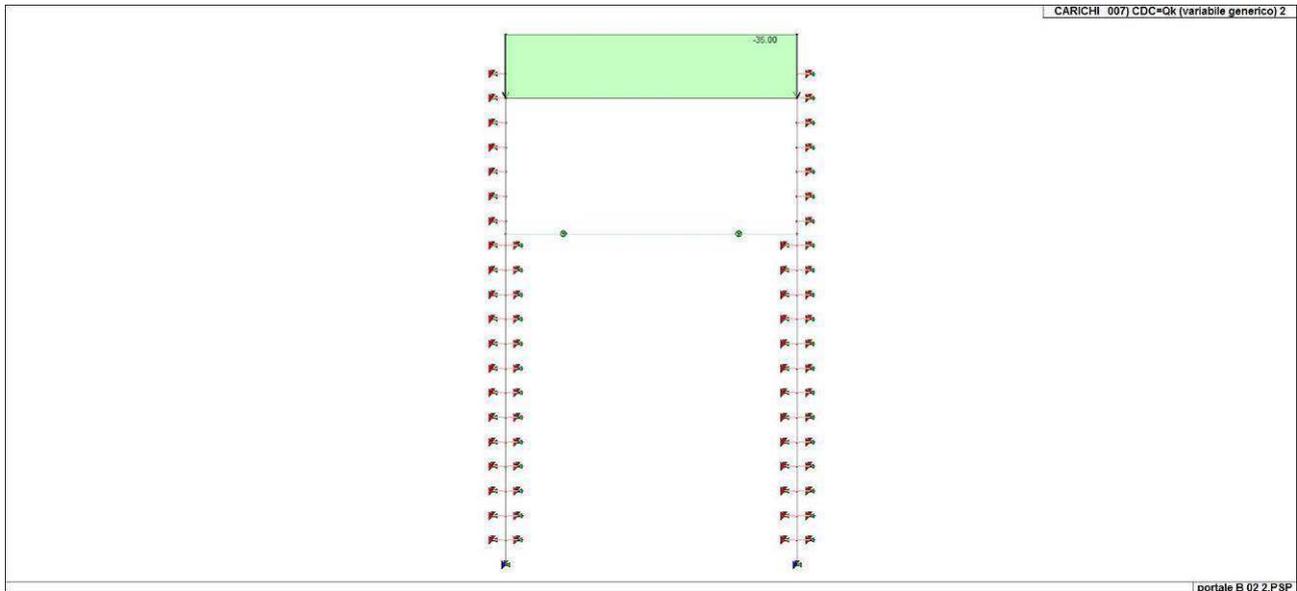


Figura 24. Caso di carico CDC 7 (Accidentale 2)

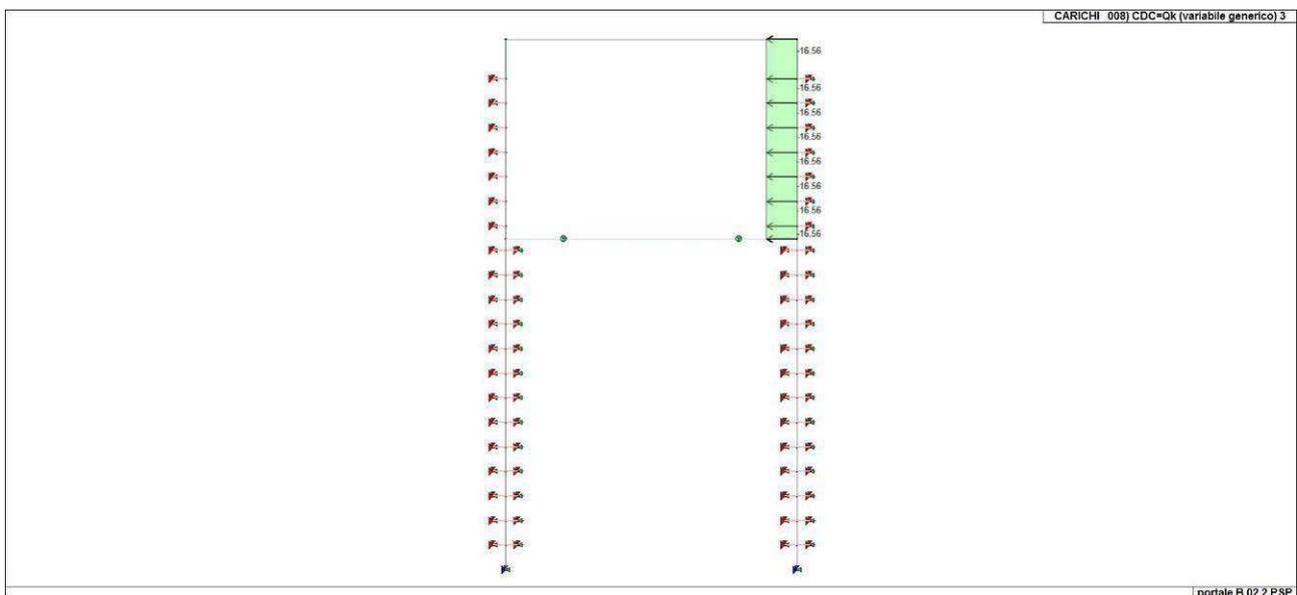


Figura 25. Caso di carico CDC 8 (Accidentale 3)

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. 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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 71 di 178

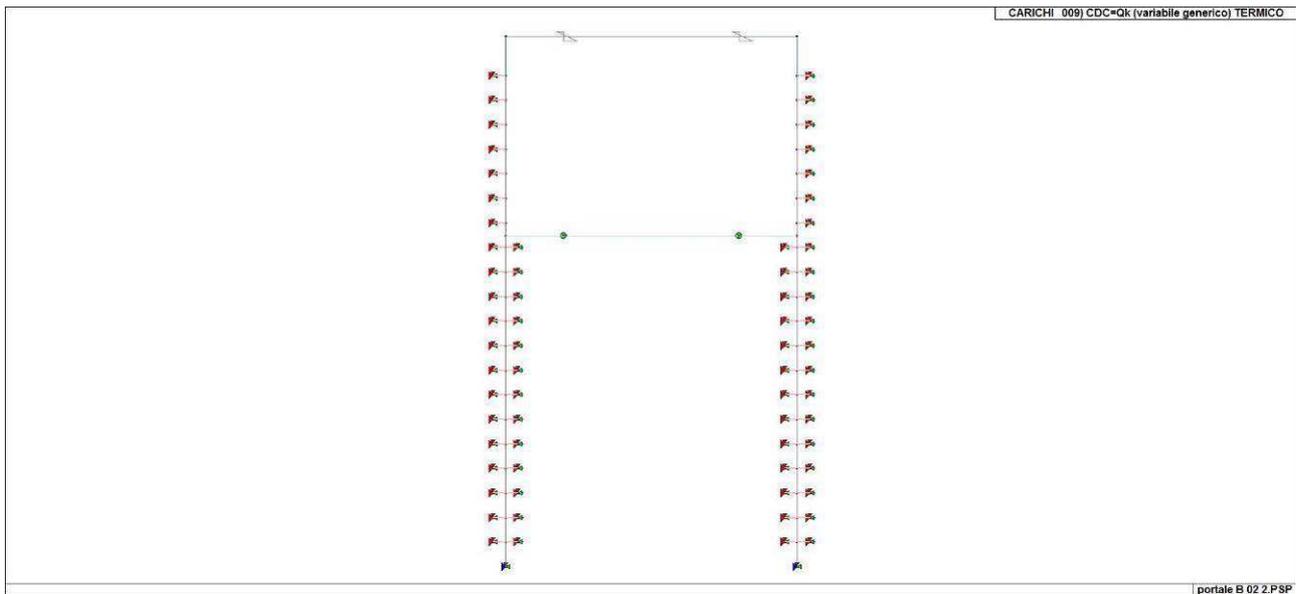


Figura 26. Caso di carico CDC 9 (Termico)

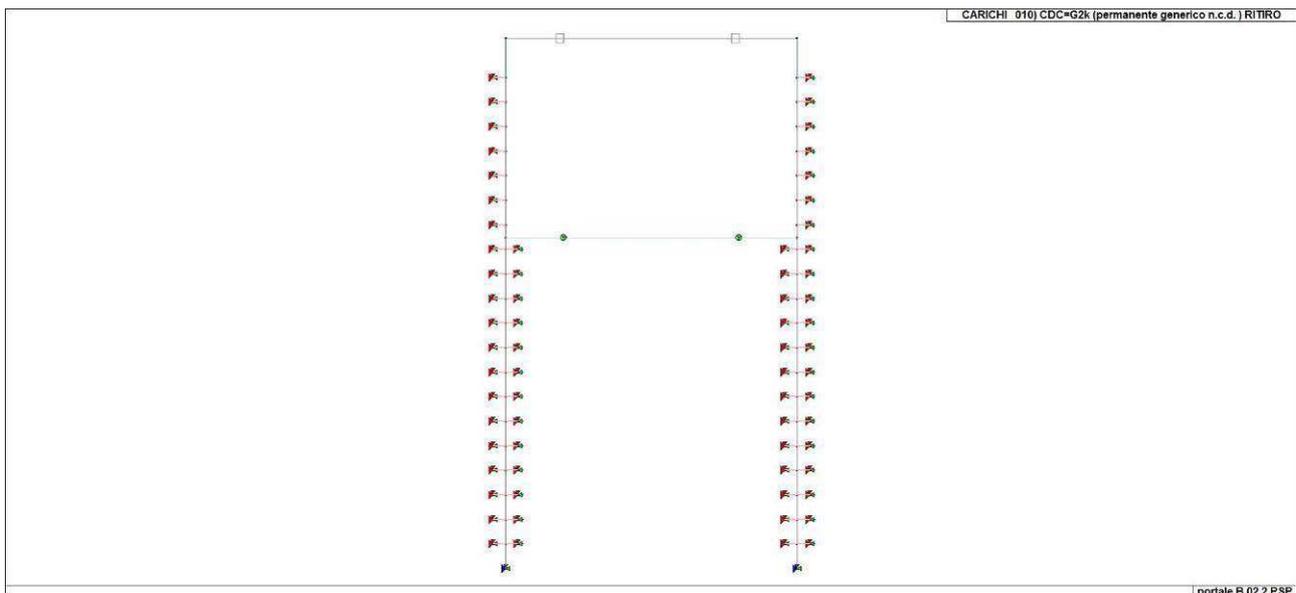


Figura 27. Caso di carico CDC 10 (Ritiro)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 72 di 178

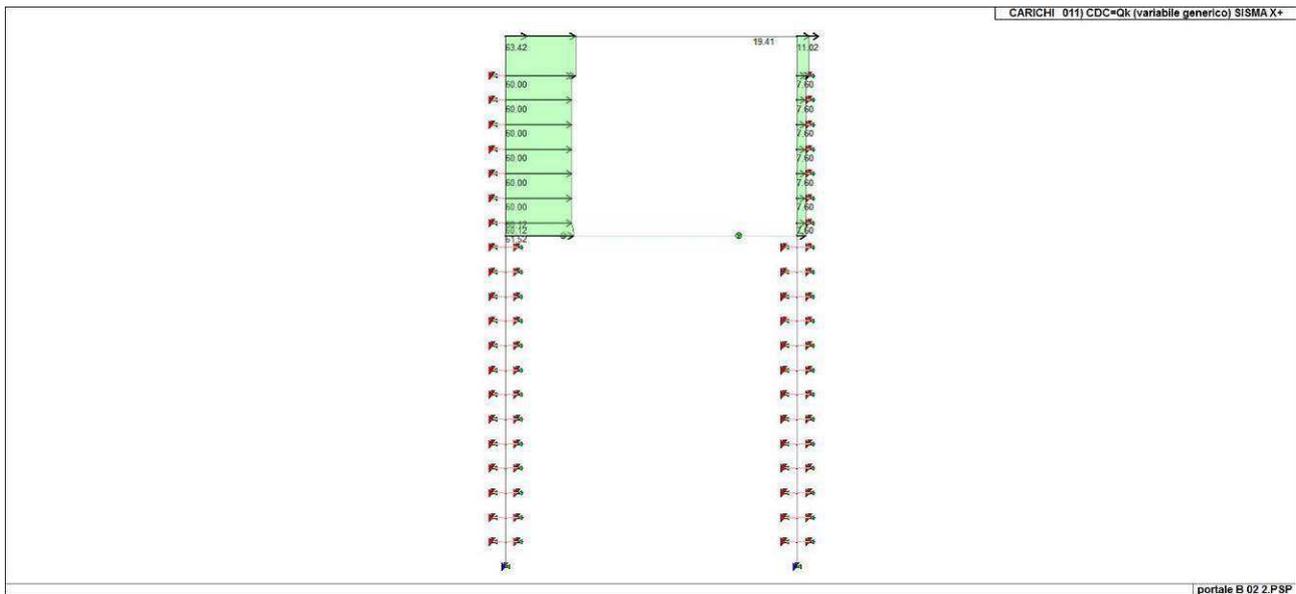


Figura 28. Caso di carico CDC 11 (Sisma X+)

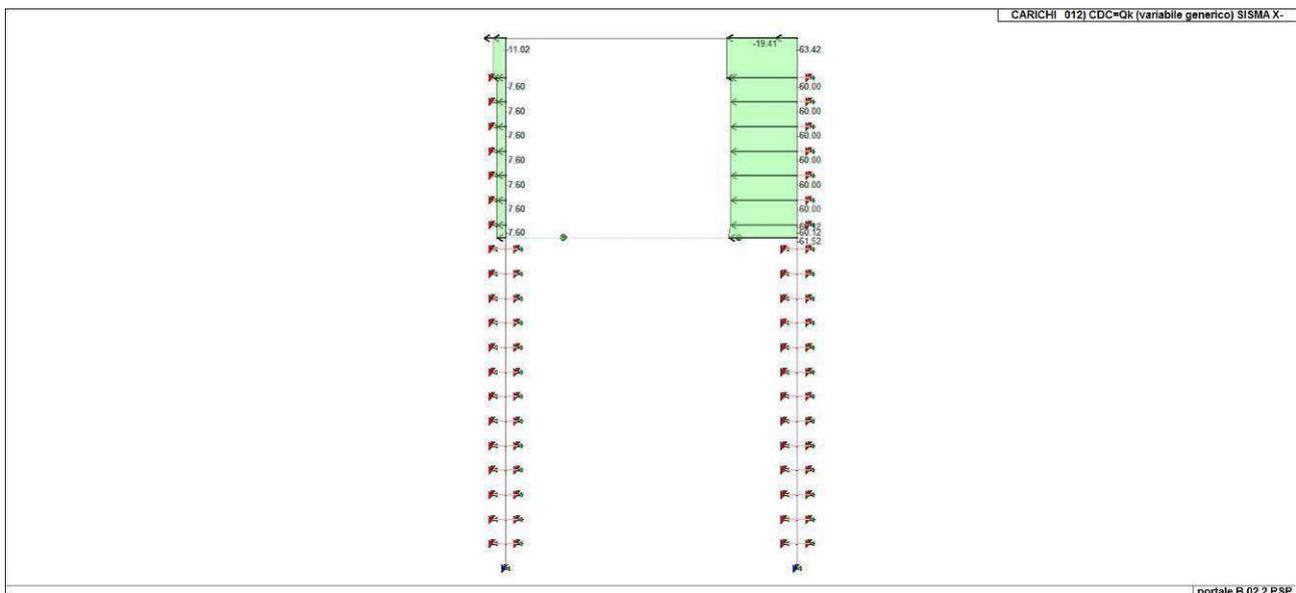


Figura 29. Caso di carico CDC 12 (Sisma X-)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 73 di 178

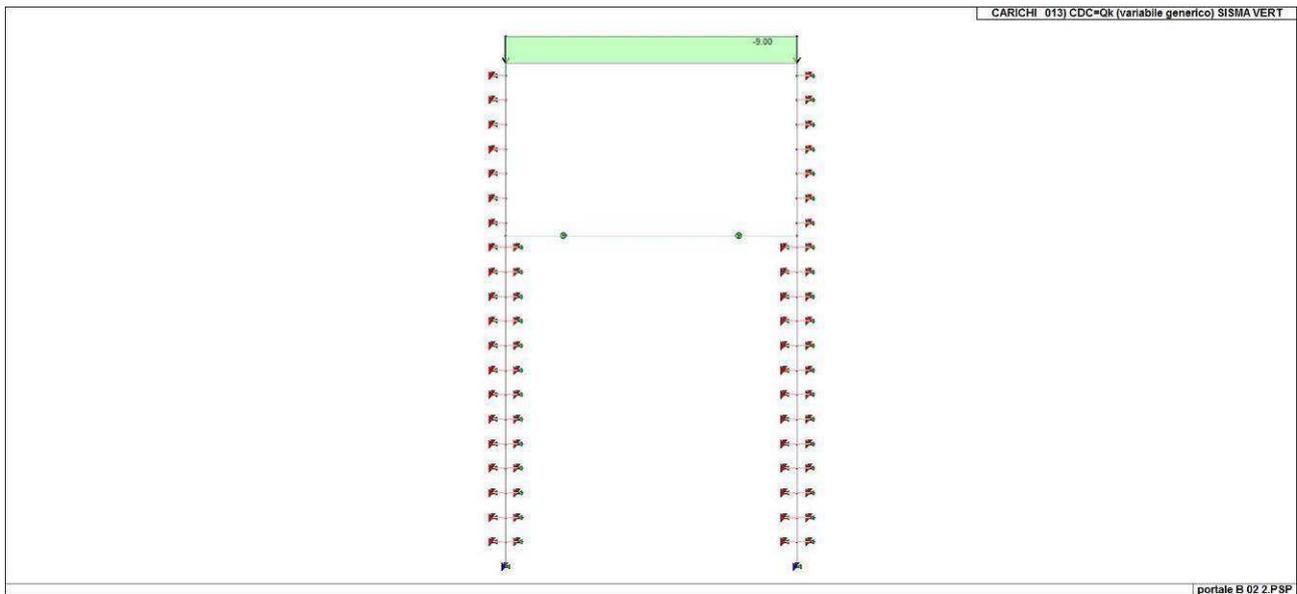


Figura 30. Caso di carico CDC 13 (Sisma verticale)

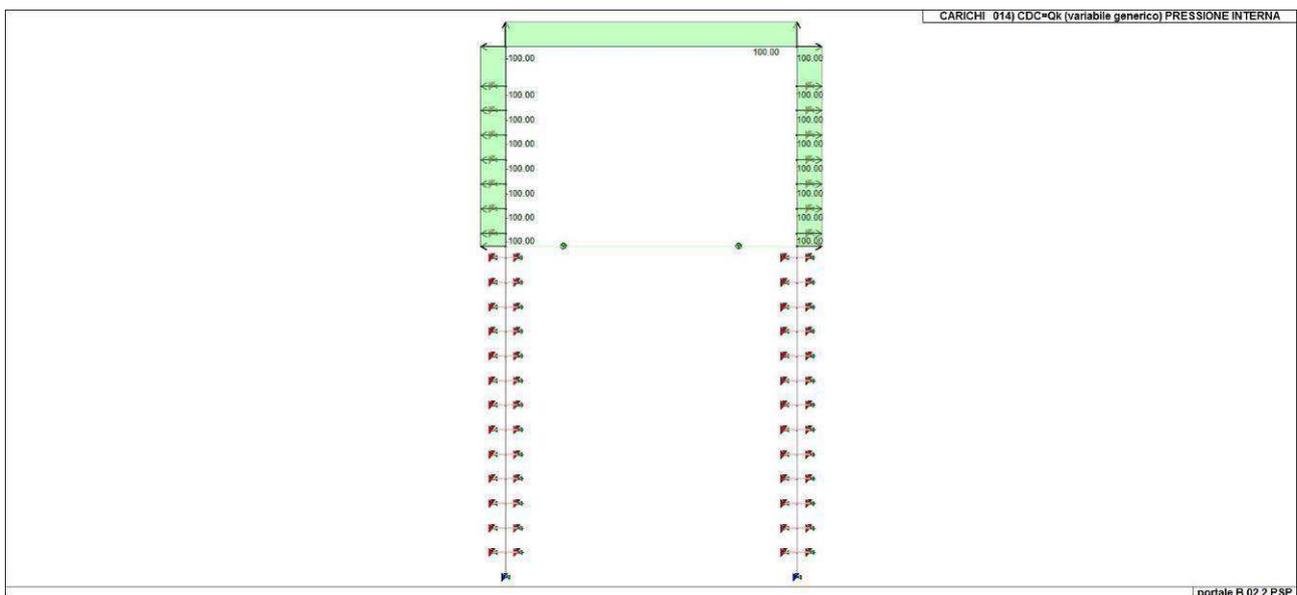


Figura 31. Caso di carico CDC 14 (Pressione interna)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	<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.B0.006</td> <td>B</td> <td>74 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	74 di 178
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	74 di 178								

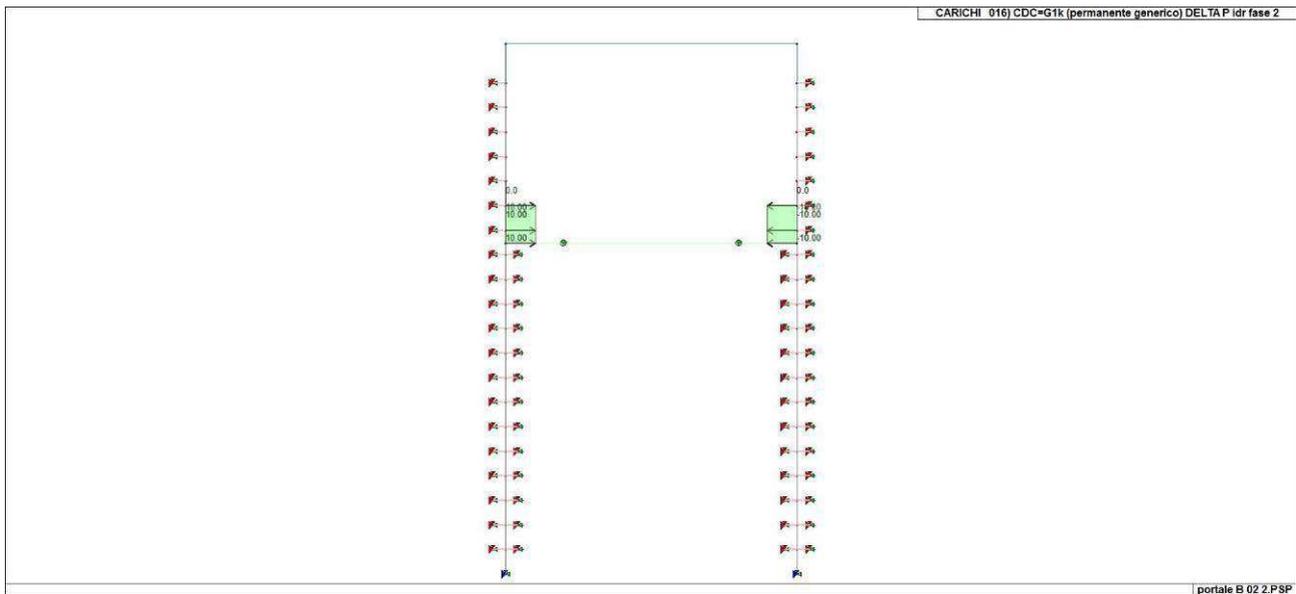


Figura 32. Caso di carico CDC 16 (Δ pressione idrostatica)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	77 di 178

9.6 Risultati Fase 1

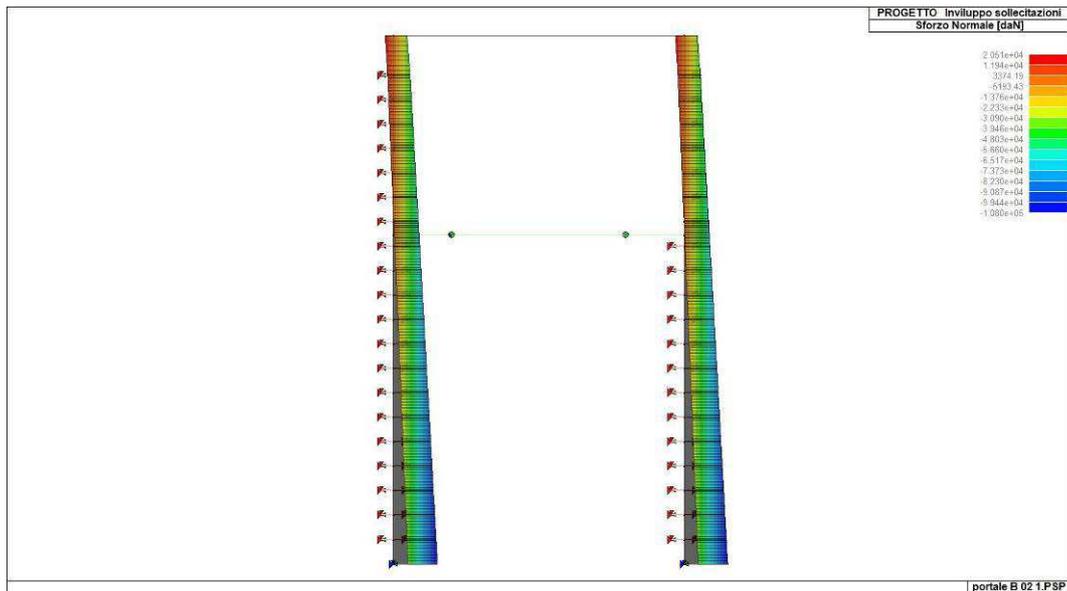


Figura 33. Inviluppo dello sforzo normale di diaframmi e piedritti

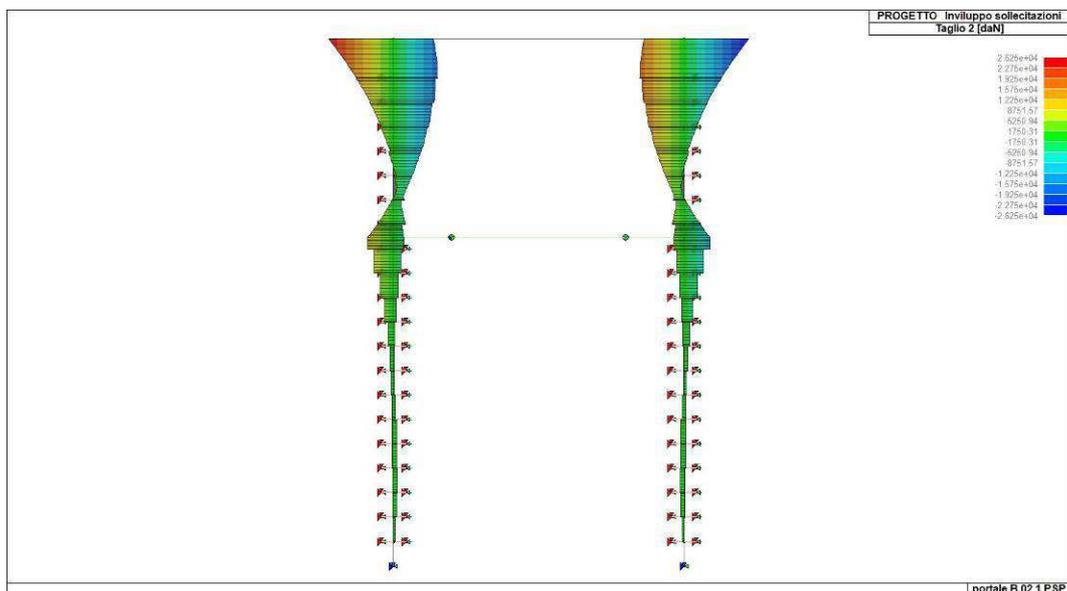


Figura 34. Inviluppo del taglio di diaframmi e piedritti

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 78 di 178

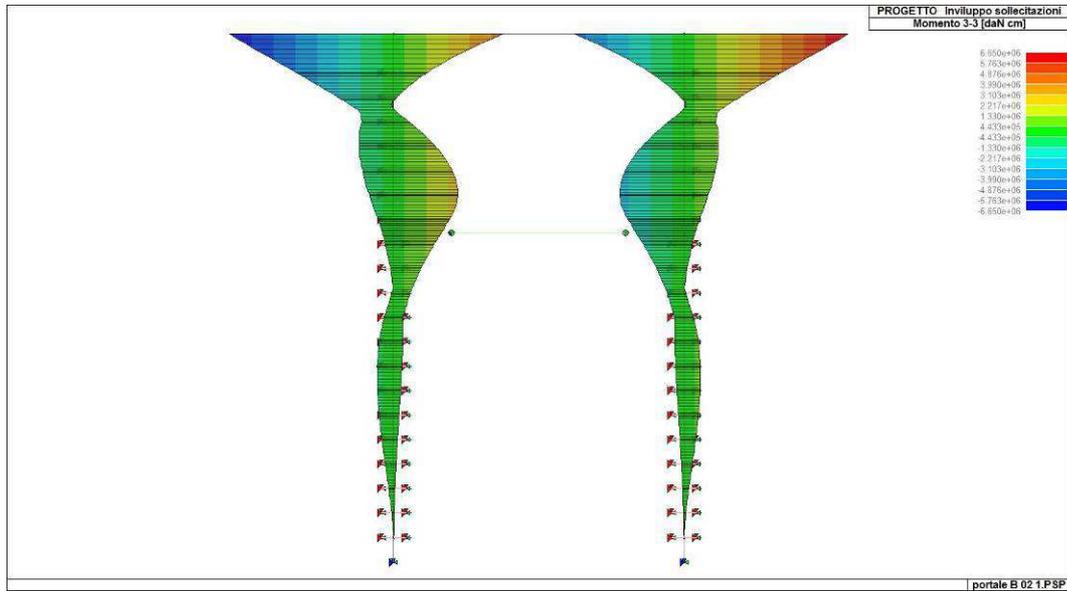


Figura 35. Involuppo del momento flettente di diaframmi e piedritti

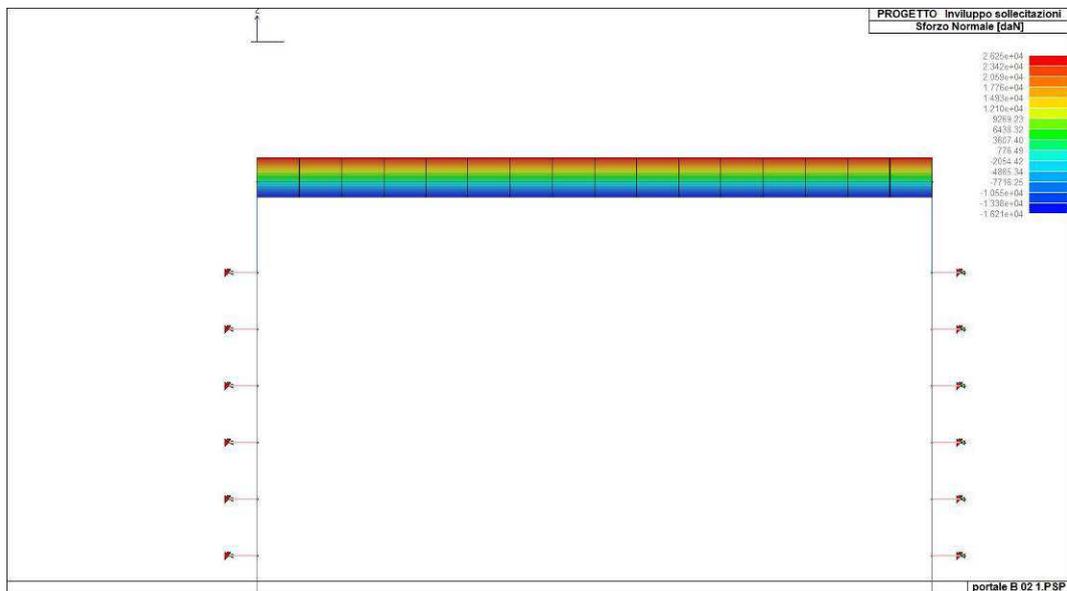


Figura 36. Involuppo dello sforzo normale del solettone di copertura

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 79 di 178

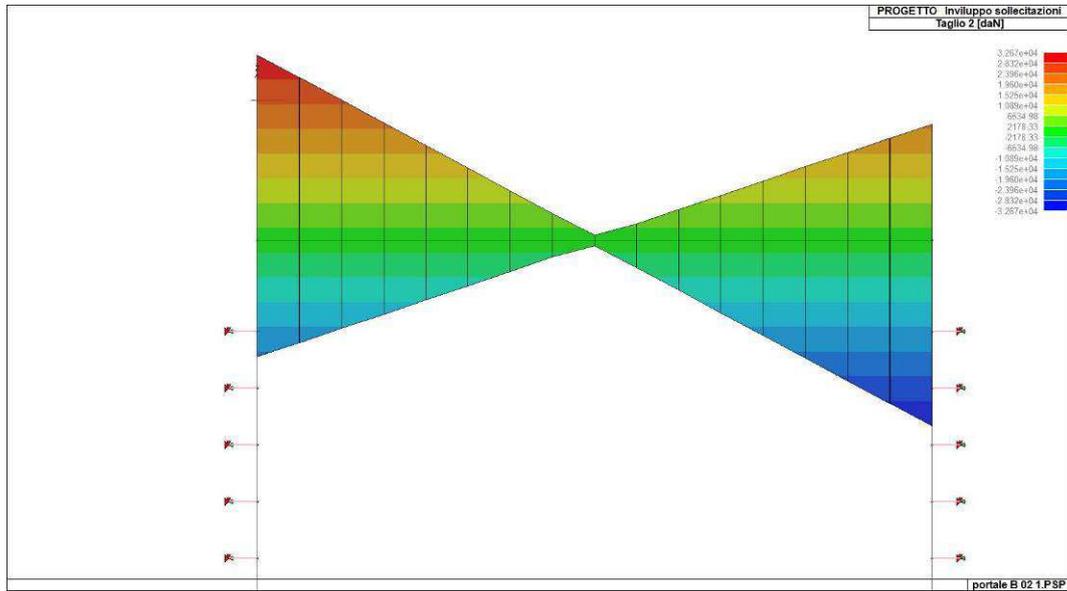


Figura 37. Inviluppo del taglio del solettone di copertura

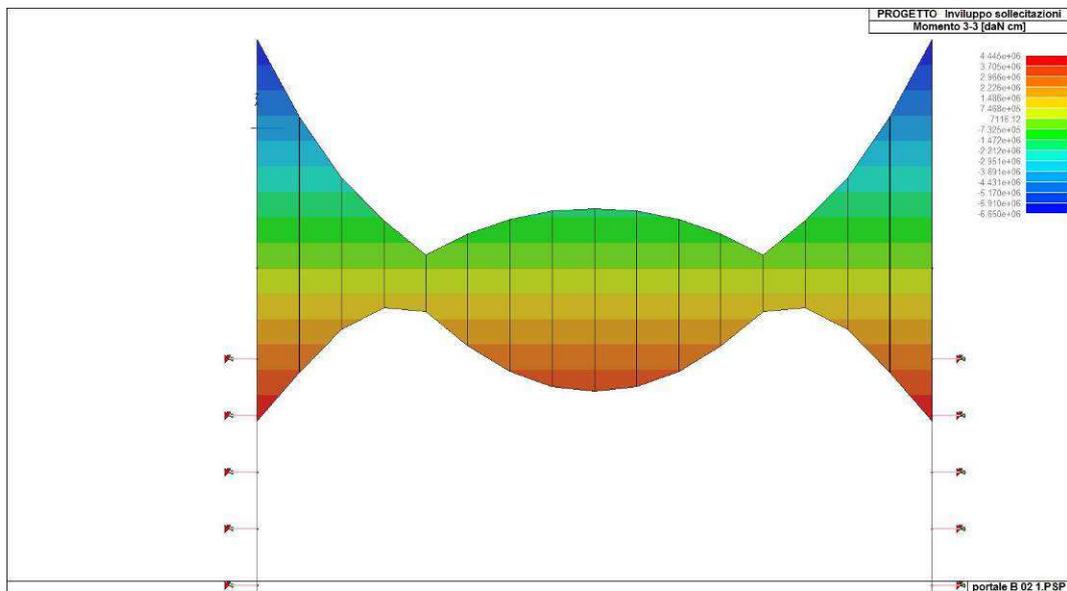


Figura 38. Inviluppo del momento flettente del solettone di copertura

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 85 di 178

9.8 Risultati Fase 2

9.8.1 Combinazione più gravosa diaframmi

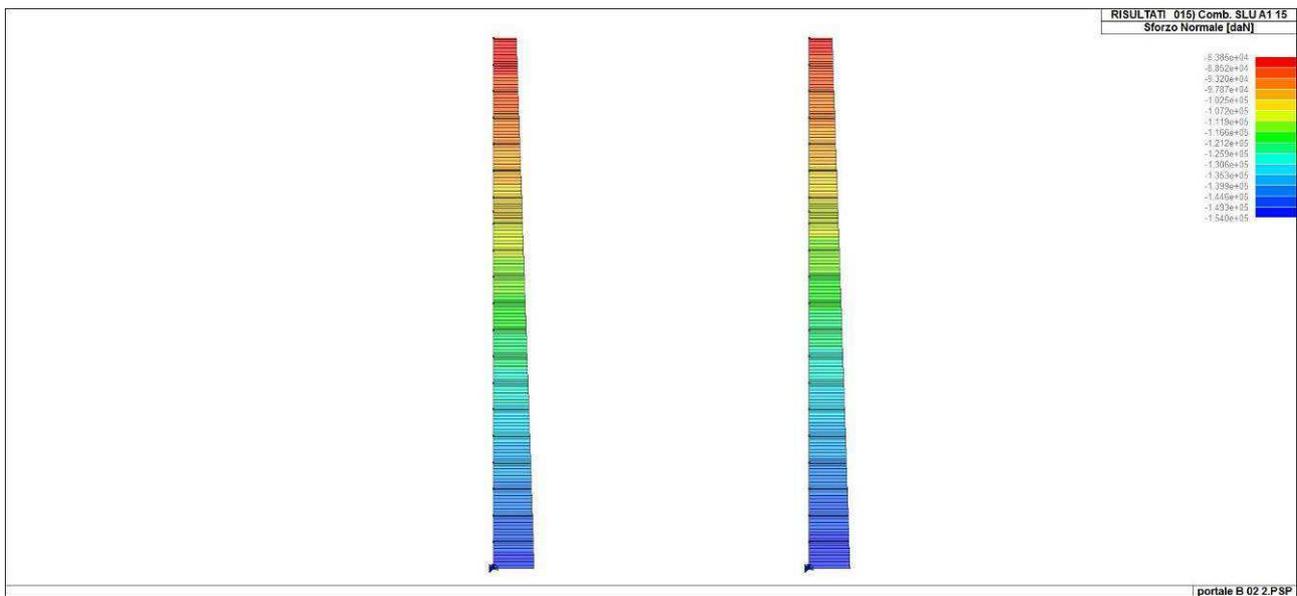


Figura 39. Sforzo normale diaframmi (combinazione 15)

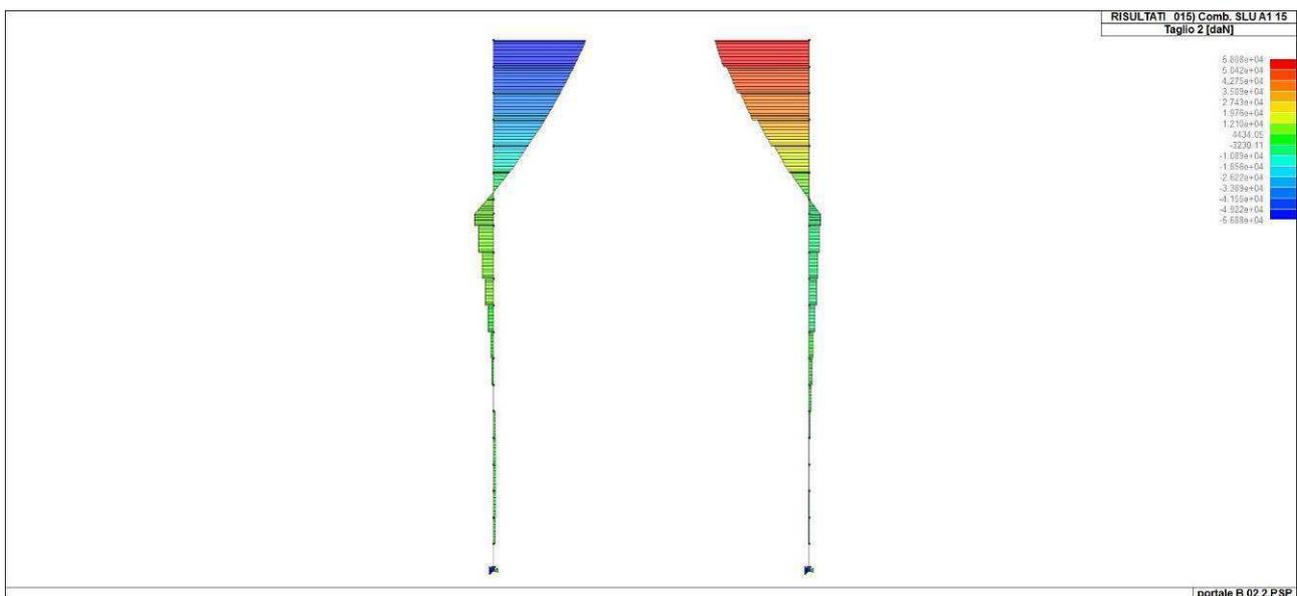


Figura 40. Taglio diaframmi (combinazione 15)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 86 di 178

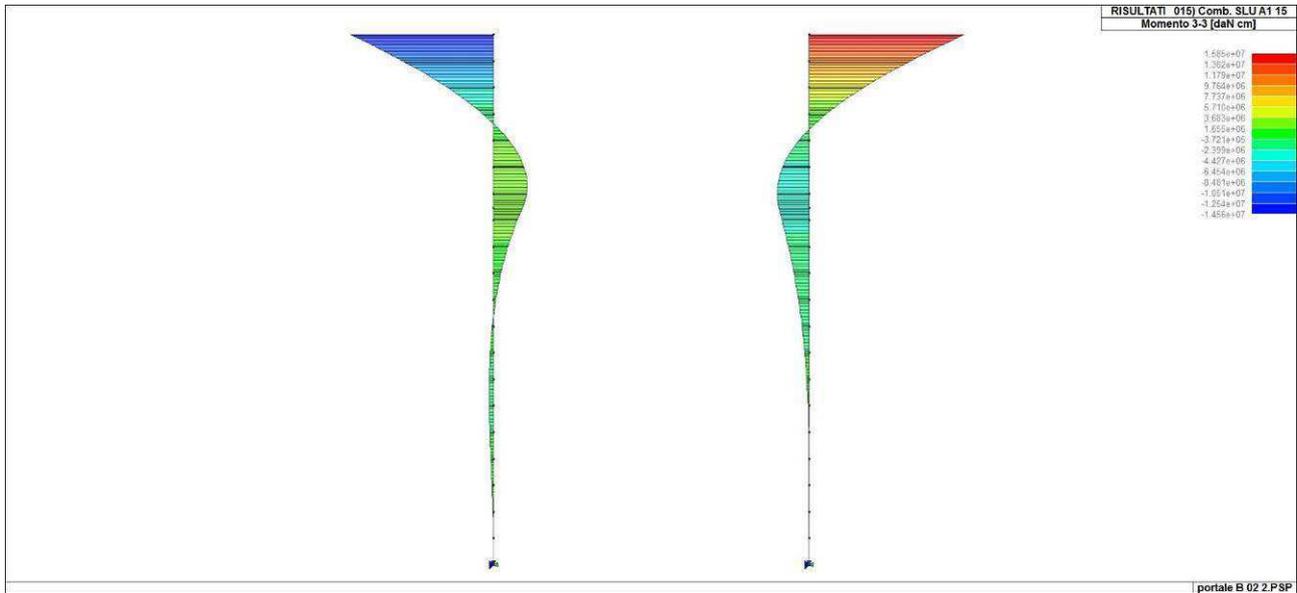


Figura 41. *Momento flettente massimo diaframmi (combinazione 15)*

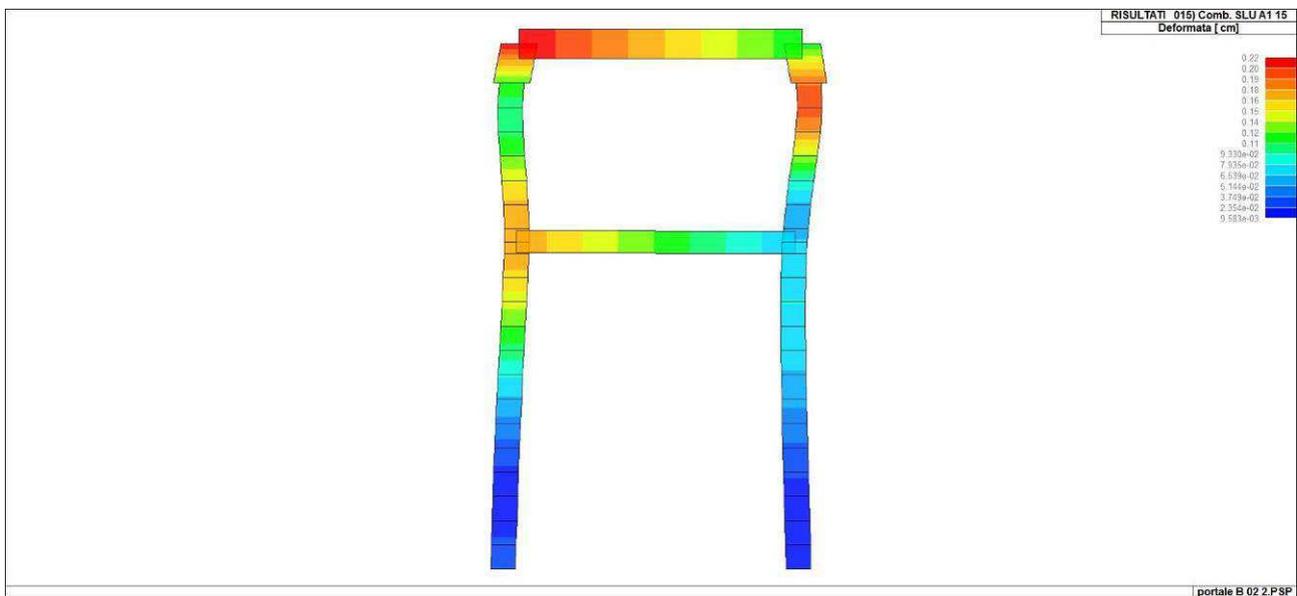


Figura 42. *Deformata (combinazione 15)*

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 87 di 178

9.8.2 Combinazione più gravosa solettone di copertura

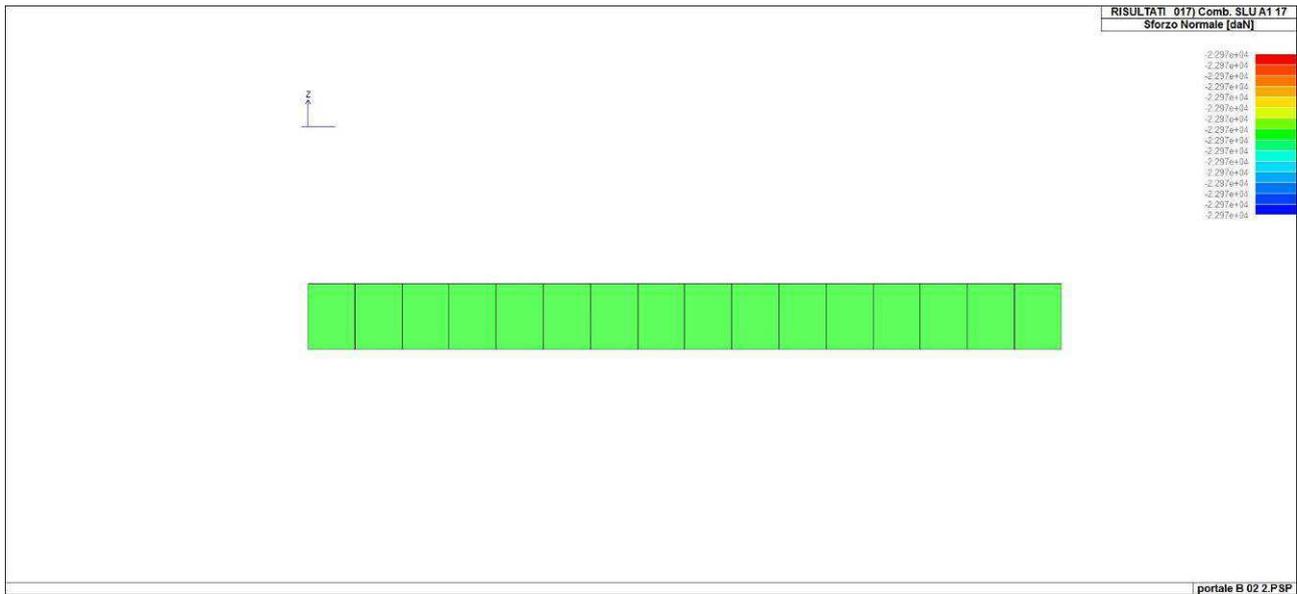


Figura 43. Sforzo normale solettone di copertura (combinazione 17)

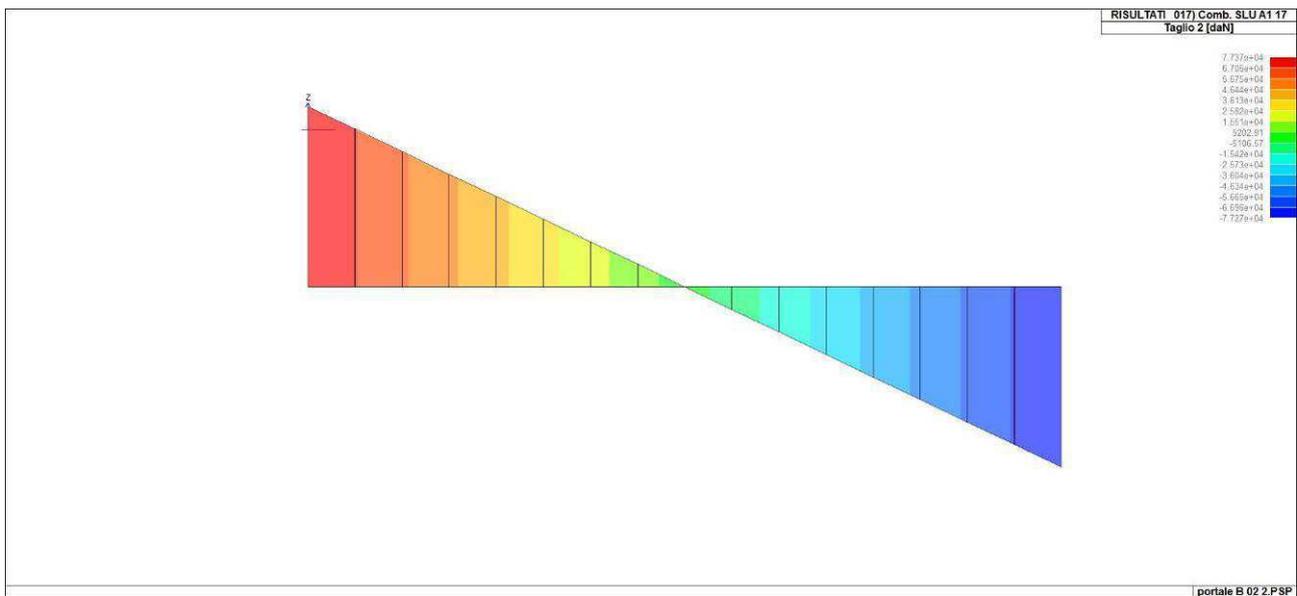


Figura 44. Taglio solettone di copertura (combinazione 17)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	88 di 178

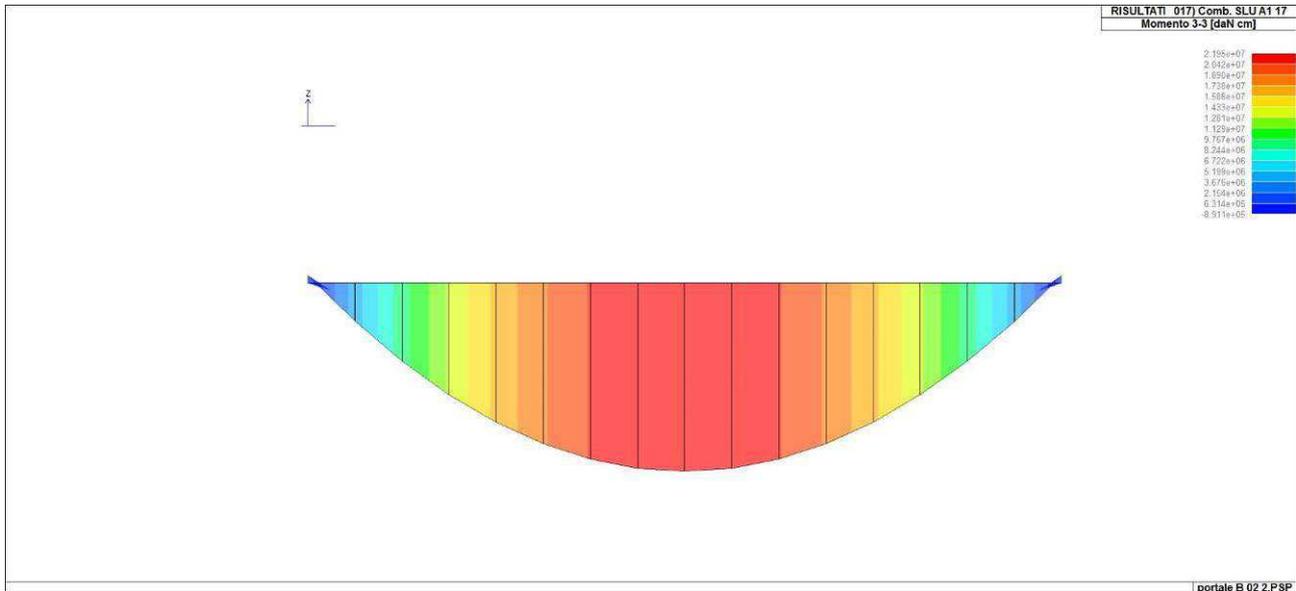


Figura 45. Momento flettente massimo solettone di copertura (combinazione 17)

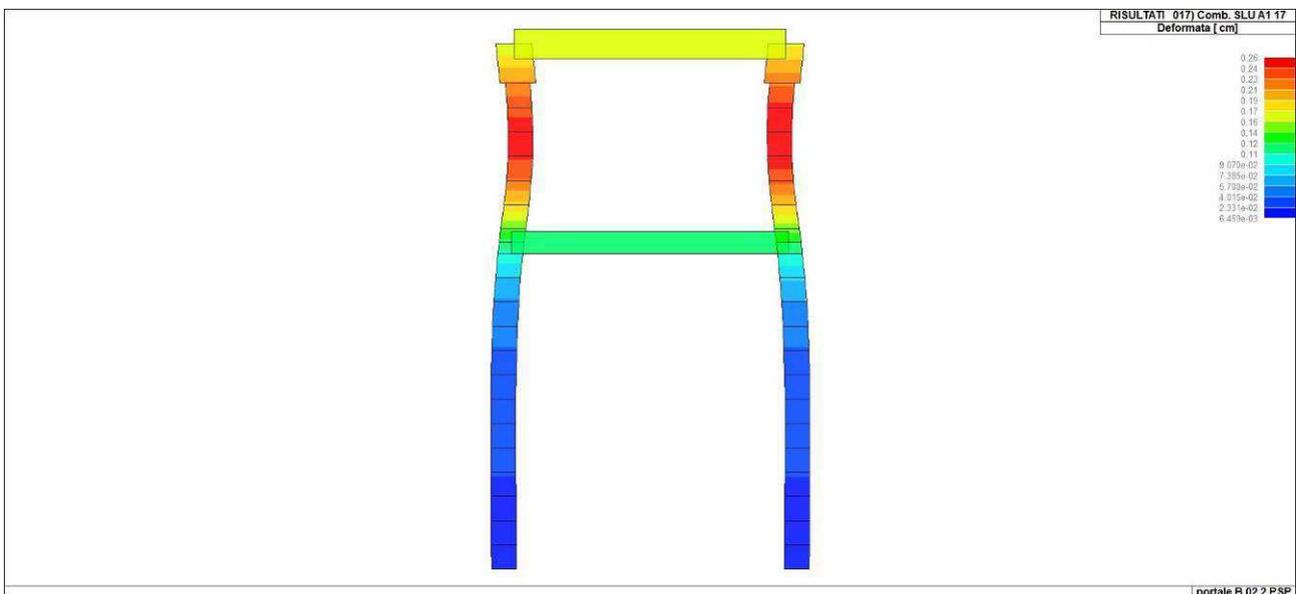


Figura 46. Deformata (combinazione 17)

Per la lettura di reazioni vincolari e sollecitazioni strutturali in tutte le combinazioni e casi di carico si rimanda ai tabulati di calcolo contenuti nell'allegato a questa relazione.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	89 di 178

9.8.3 Involuppo SLU

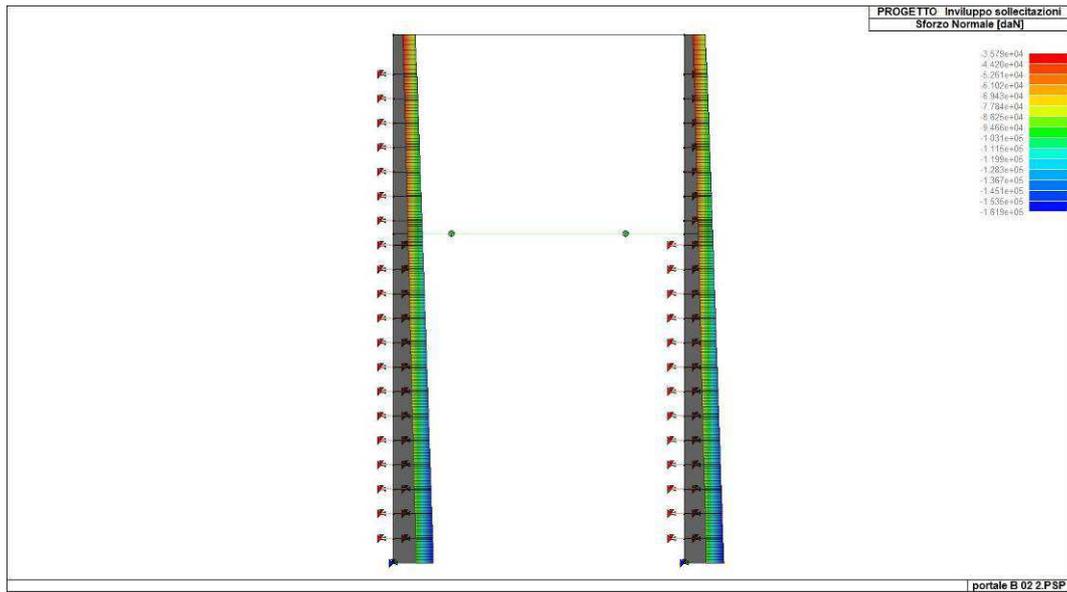


Figura 47. Involuppo dello sforzo normale di diaframmi e piedritti

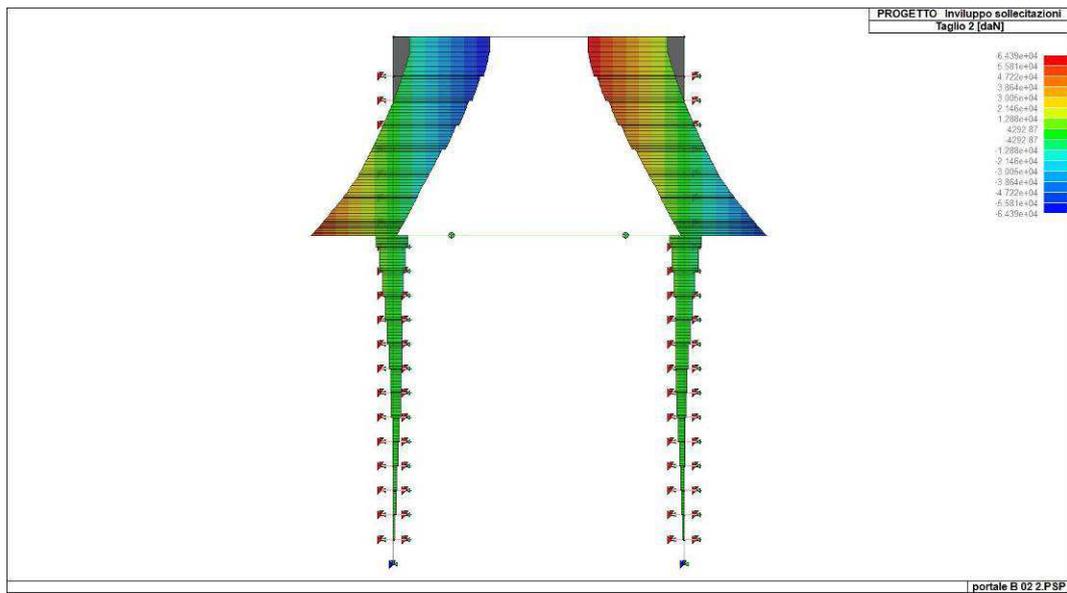


Figura 48. Involuppo del taglio di diaframmi e piedritti

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 90 di 178

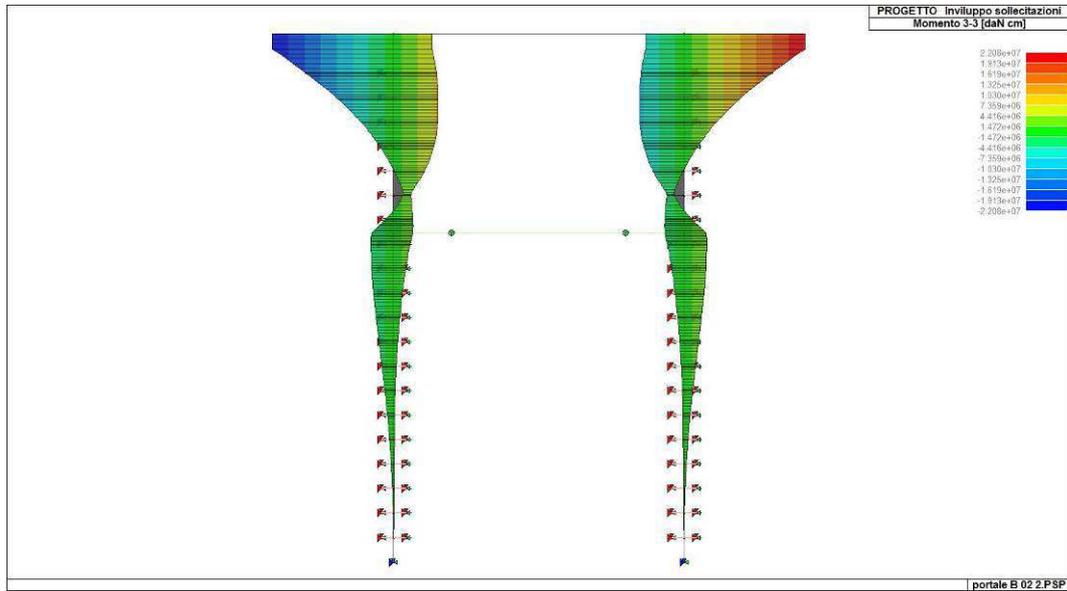


Figura 49. *Involuppo del momento flettente di diaframmi e piedritti*

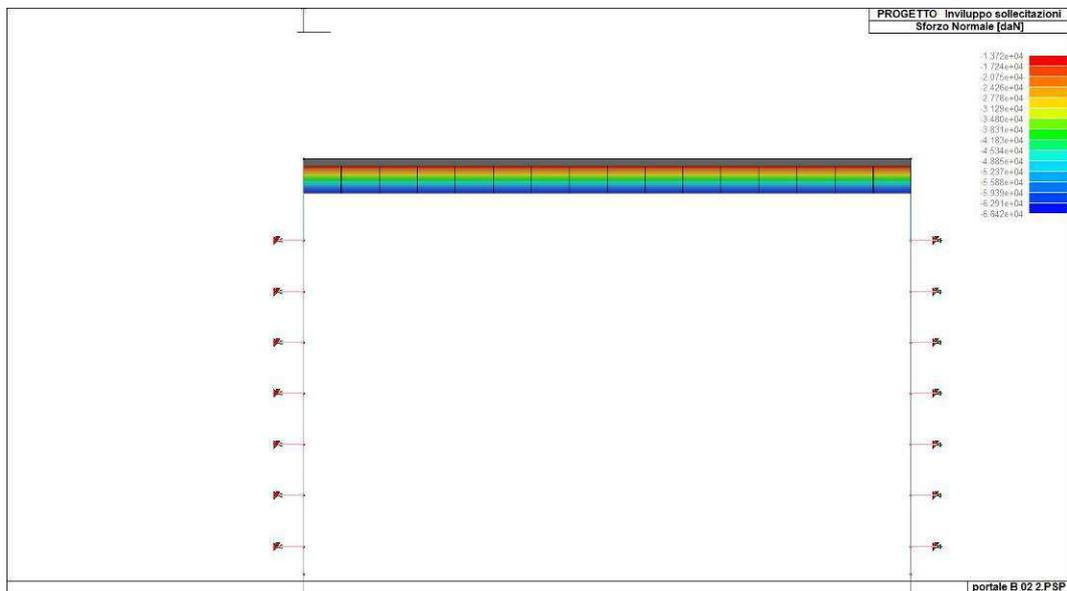


Figura 50. *Involuppo dello sforzo normale del solettone di copertura*

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 IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 91 di 178
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP							

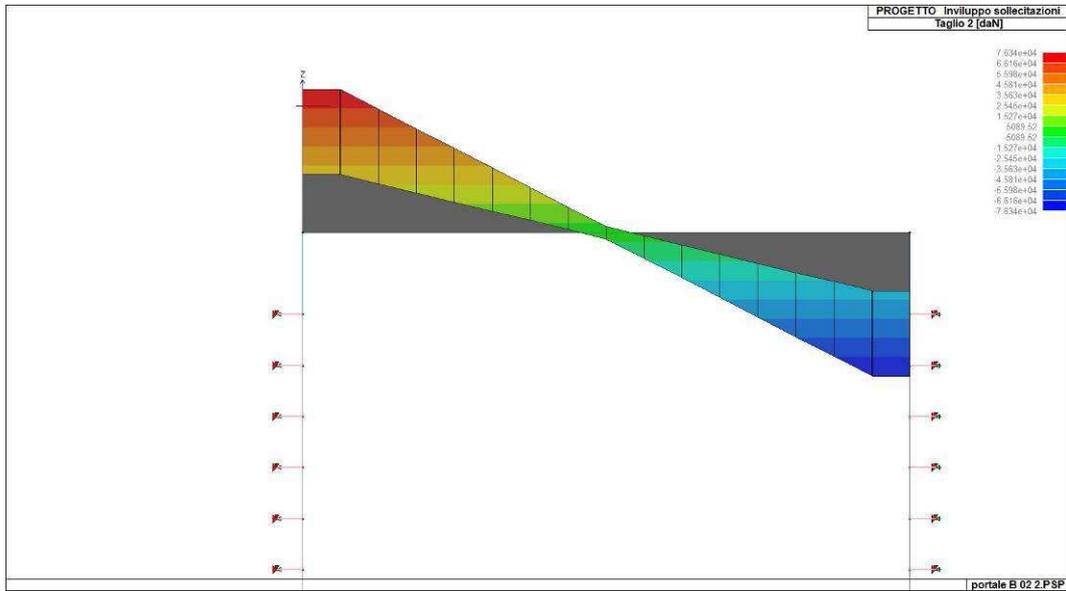


Figura 51. Inviluppo del taglio del solettone di copertura

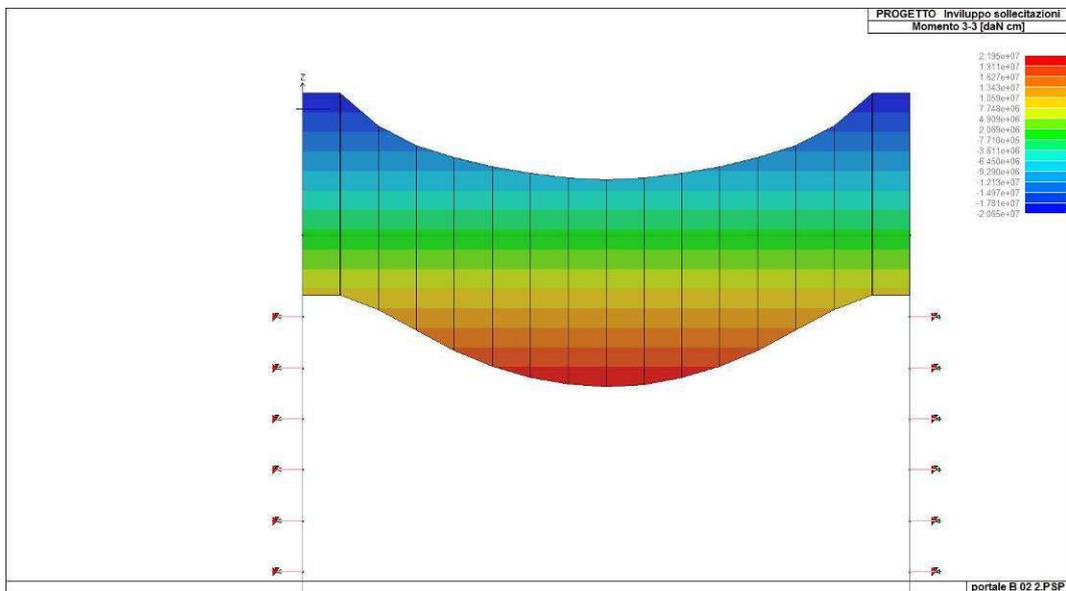


Figura 52. Inviluppo del momento flettente del solettone di copertura

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006		

9.8.4 Involuppo SLV

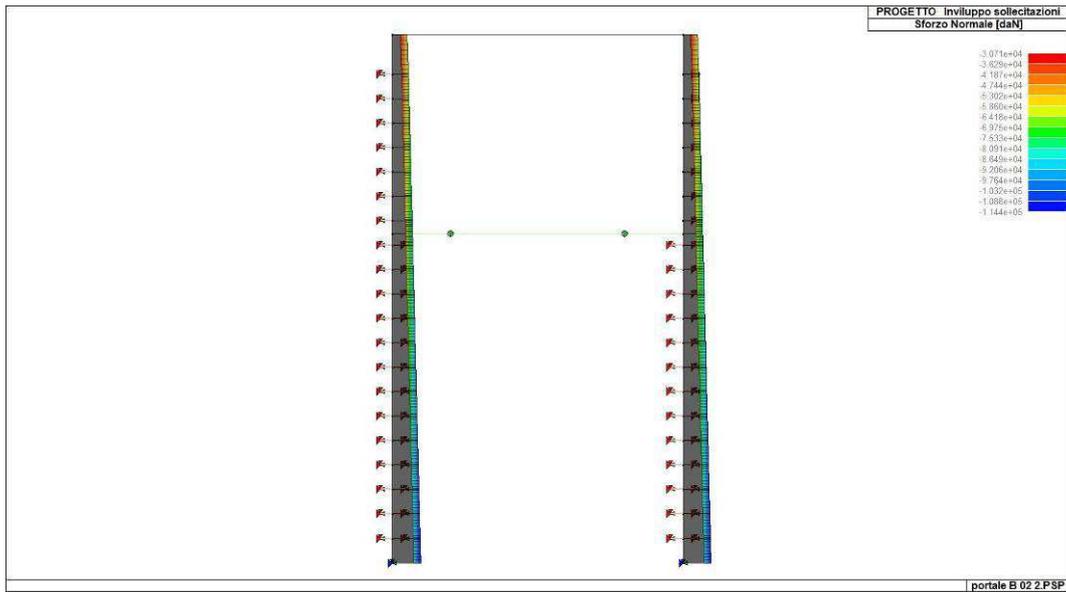


Figura 53. Involuppo dello sforzo normale di diaframmi e piedritti

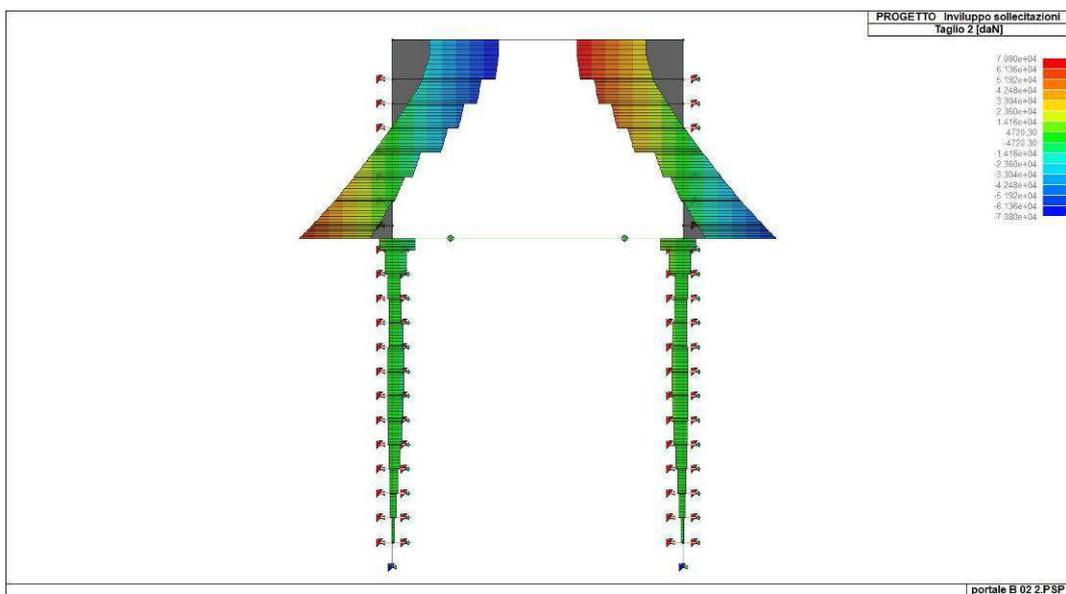


Figura 54. Involuppo del taglio di diaframmi e piedritti

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 93 di 178

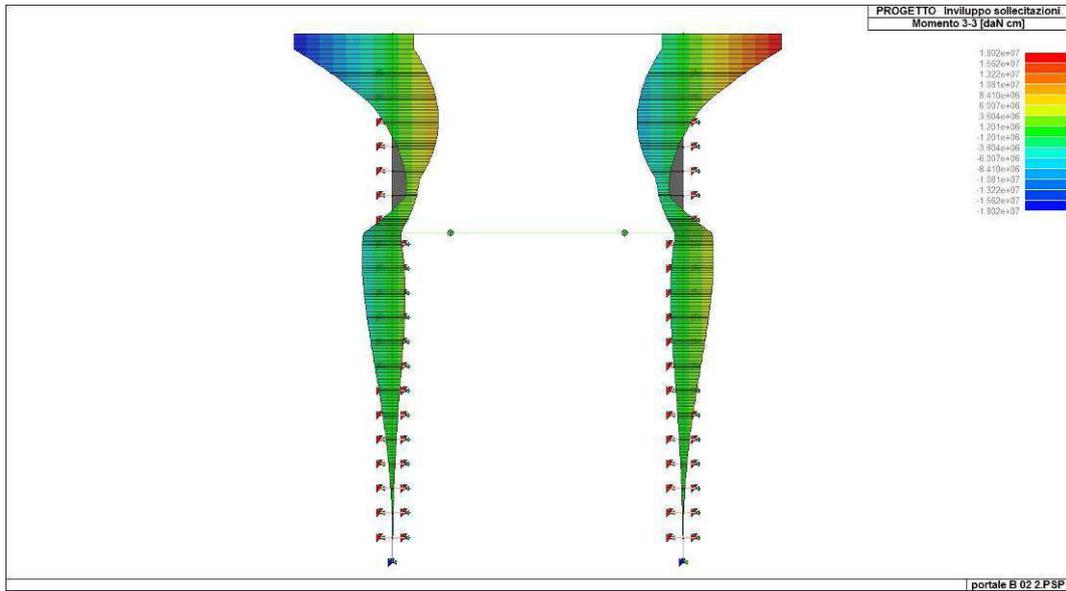


Figura 55. *Involuppo del momento flettente di diaframmi e piedritti*

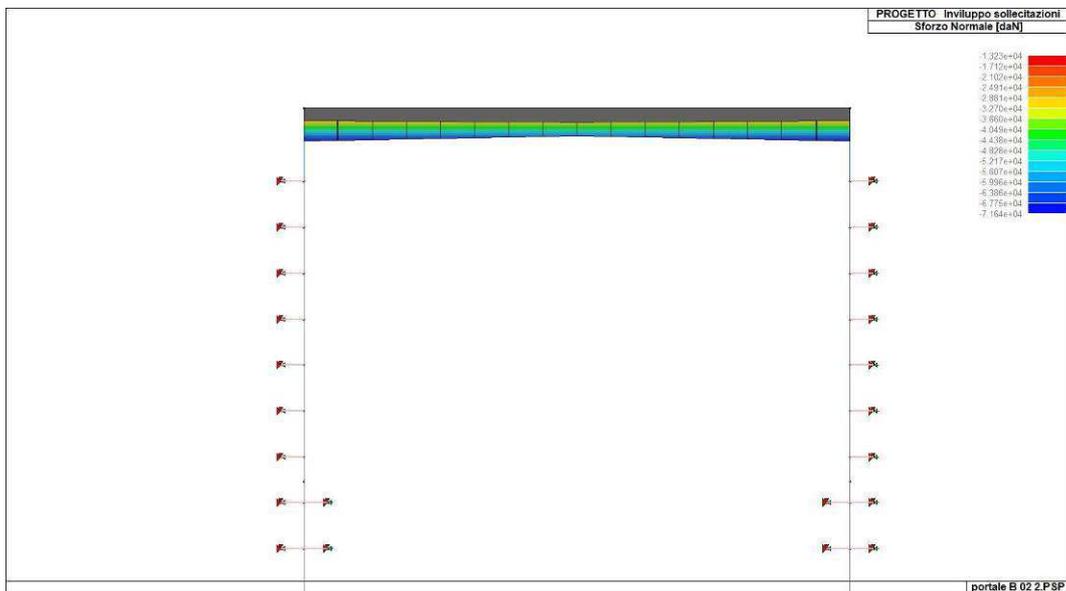


Figura 56. *Involuppo dello sforzo normale del solettone di copertura*

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	94 di 178

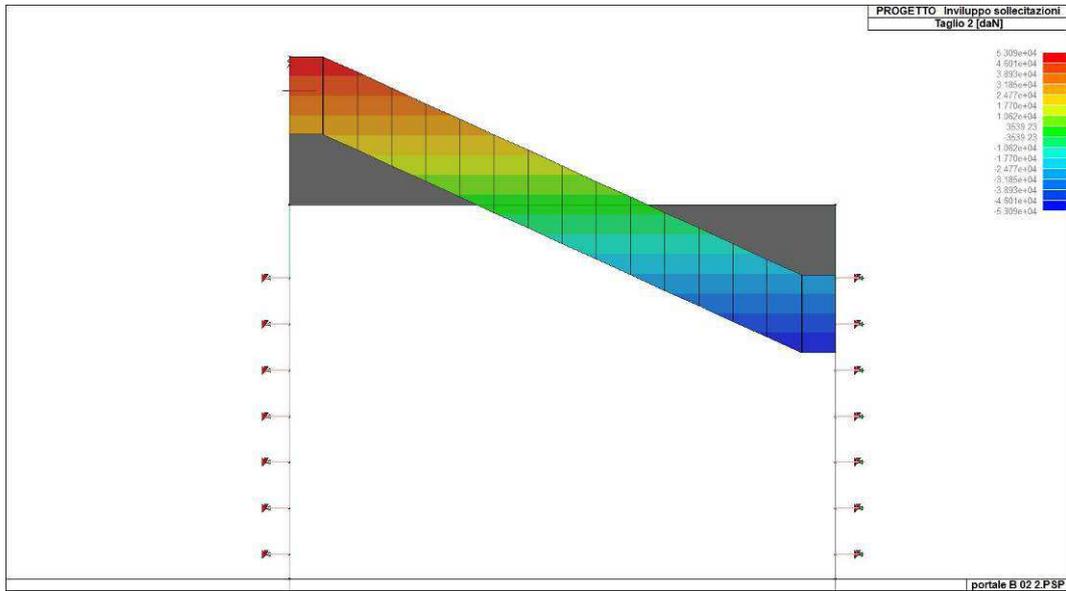


Figura 57. Involuppo del taglio del solettone di copertura

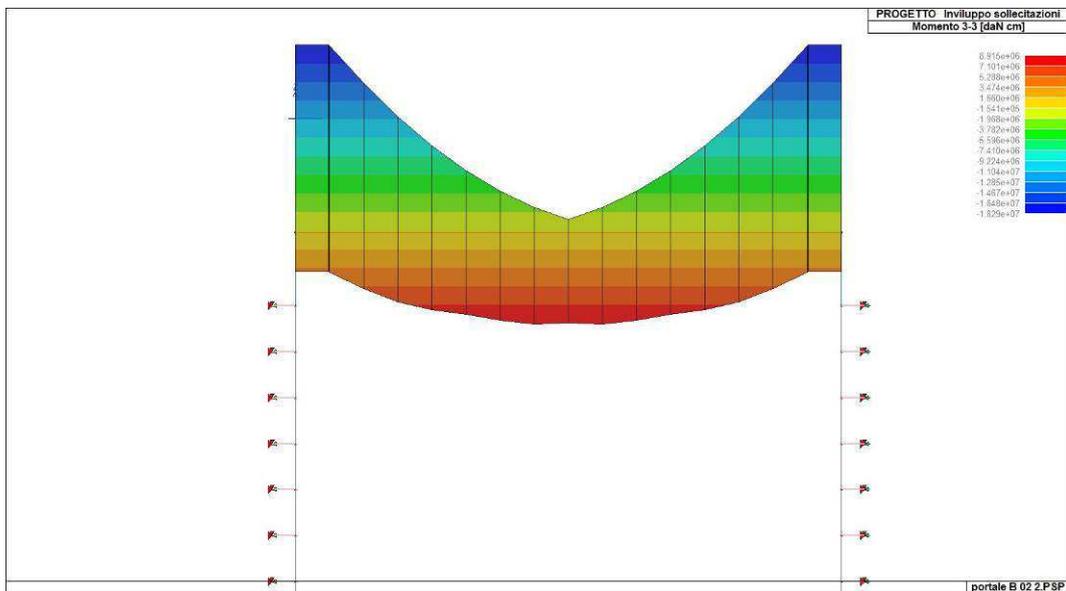


Figura 58. Involuppo del momento flettente del solettone di copertura

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 95 di 178

9.8.5 Involuppo SLE

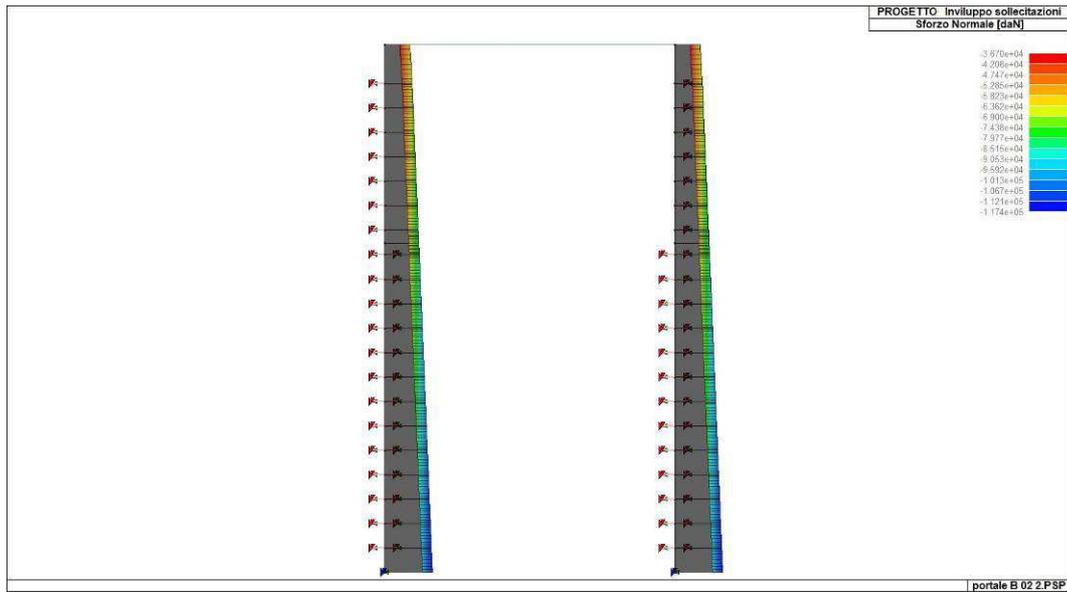


Figura 59. Involuppo dello sforzo normale di diaframmi e piedritti

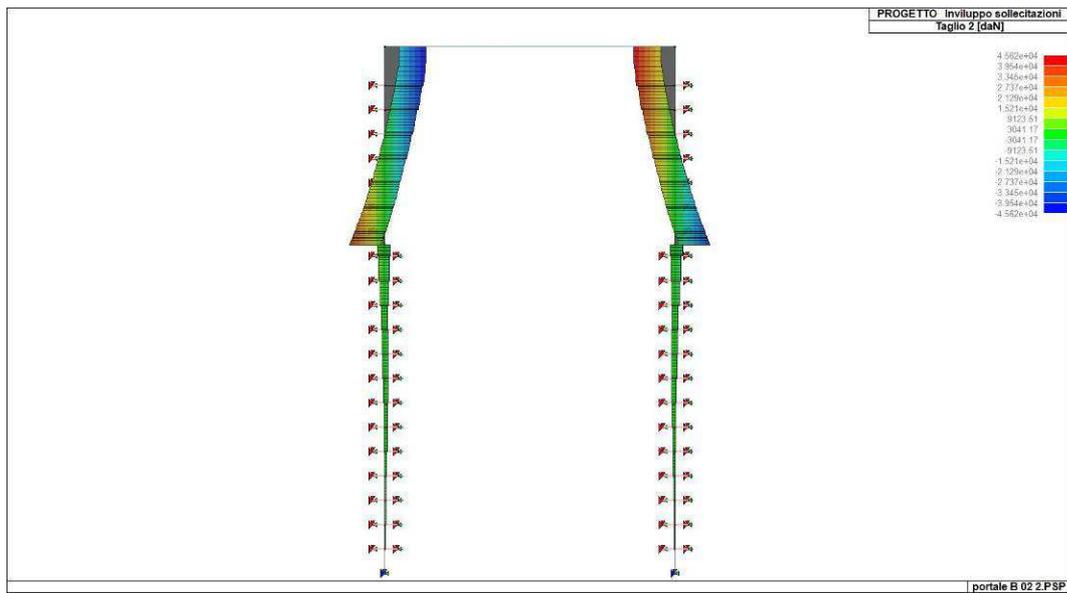


Figura 60. Involuppo del taglio di diaframmi e piedritti

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 96 di 178

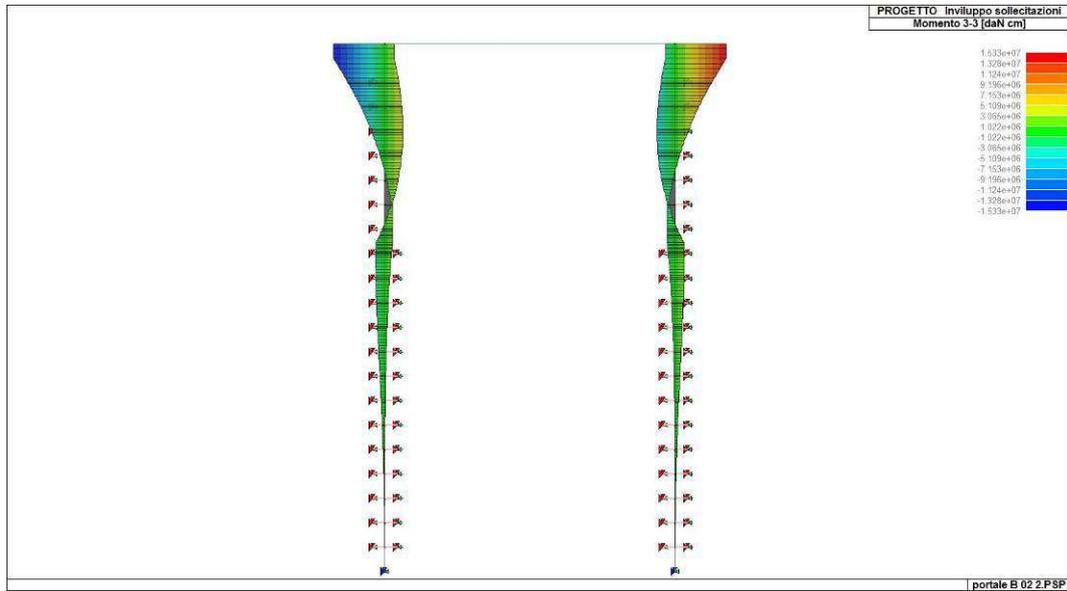


Figura 61. Involuppo del momento flettente di diaframmi e piedritti

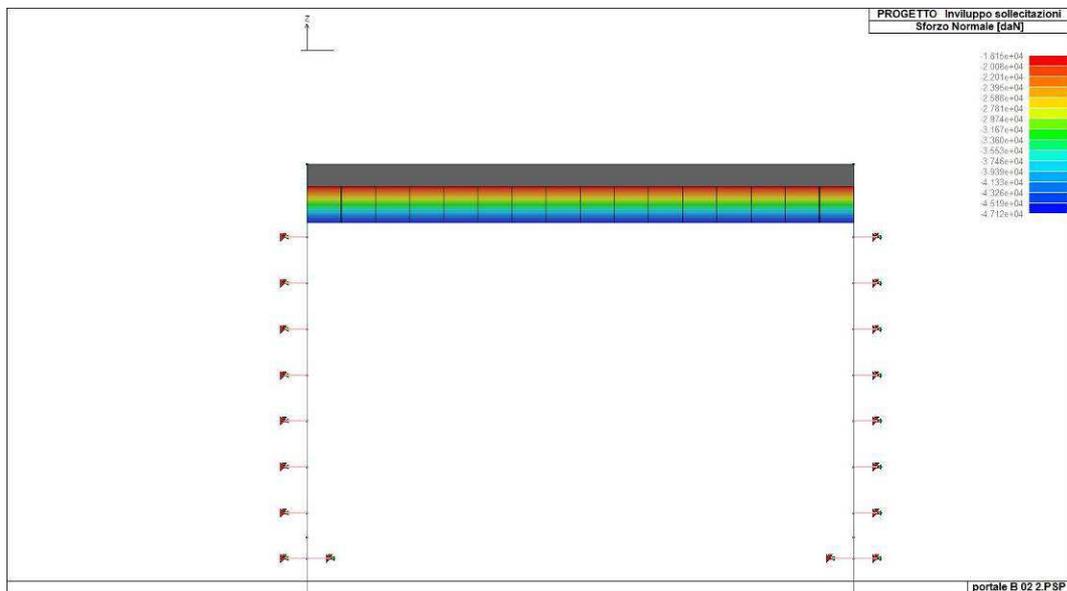


Figura 62. Involuppo dello sforzo normale del solettone di copertura

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006		

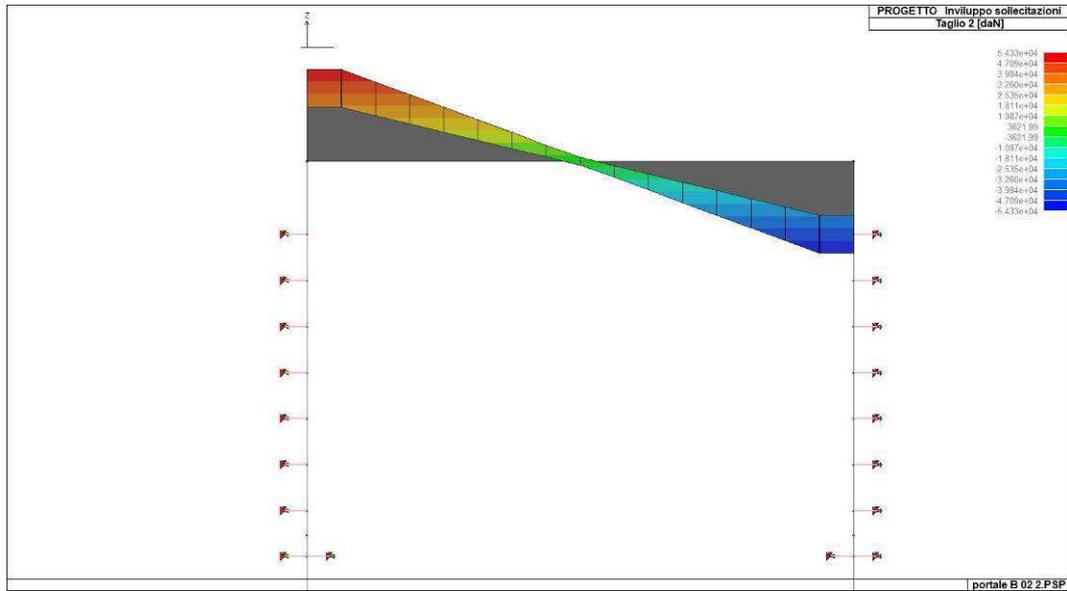


Figura 63. *Inviluppo del taglio del solettone di copertura*

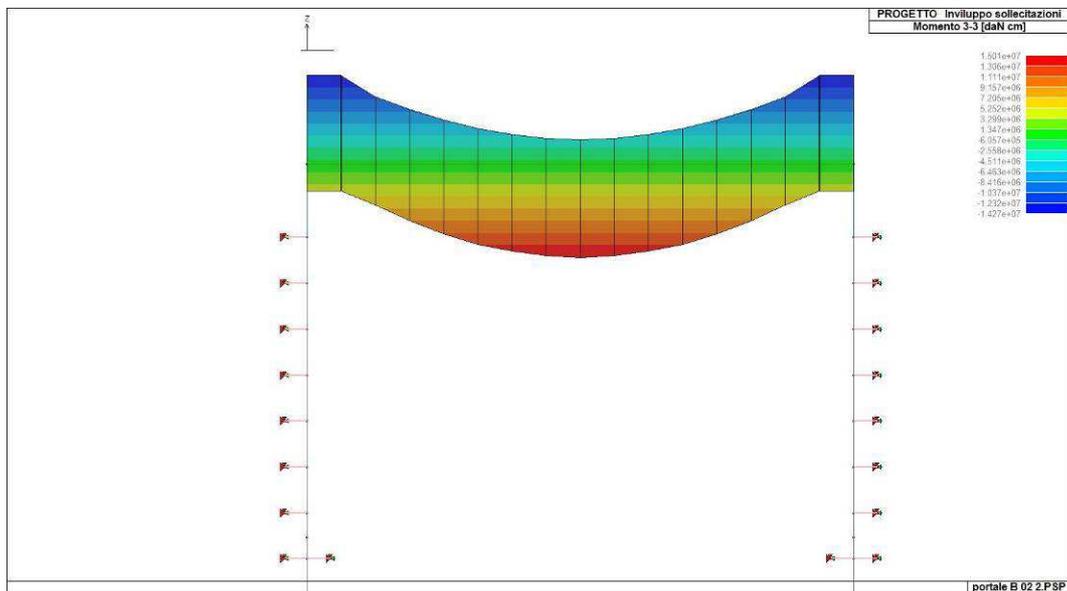


Figura 64. *Inviluppo del momento flettente del solettone di copertura*

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 98 di 178				

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 modellando i diversi elementi strutturali in asse.

I principali parametri geometrici, risultano essere i seguenti:

- spessore totale medio della soletta di fondo $S_S = 0.90 \text{ m}$
- spessore nominale fodere $S_f = 0.35 \text{ m}$
- spessore di calcolo fodere $S_f = 0.30 \text{ m}$
- larghezza esterna dell'opera: $L = 10.80 \text{ m}$
- altezza dell'opera: $H = 6.92 \text{ m}$

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 99 di 178

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:

$$\text{- peso ballast} \quad 0.90 * 18 = \quad \mathbf{16.20 \text{ kN/m}^2}$$

Il peso dei marciapiedi, del pozzetto e dei tubi presenti al di sotto della banchina di servizio ai lati dei binari è stato considerato pari a 20 kN/m³ con un'altezza di 1,35 m.

$$\text{- peso del massetto} \quad 1.35 * 20 = \quad \mathbf{27.00 \text{ kN/m}^2}$$

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

Tali carichi vengono rispettivamente considerati nei Casi Di Carico CDC 1 e CDC3.

10.2 Spinta idrostatica

Per l'opera in oggetto è previsto un livello massimo di falda di 5.54 m dall'asse del solettone di fondo.

L'azione della spinta idraulica è stata invece portata in conto applicando una distribuzione di carico con andamento triangolare con valore:

$$p_{(9,05)} = \gamma_w * H_{falda(z)} = 10 * 0 = 0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{con } z_i = 9.05 \text{ m}$$

$$p_{(10,62)} = \gamma_w * H_{falda(z)} = 10 * 1.57 = 15.7 \text{ kN/m}^2 \quad \text{con } z_f = 10.62 \text{ m}$$

Il programma di calcolo adotterà la pressione corretta a tutte le profondità intermedie necessarie.

L'azione della sottospinta idraulica, invece, è stata introdotta mediante un carico linearmente distribuito agente sul solettone di fondo con valore pari a:

$$p_{\text{sottospinta}} = \gamma_w * H_{falda \text{ max}} = 10 * (1.57+0.45) = 20.2 \text{ kN/m}^2$$

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

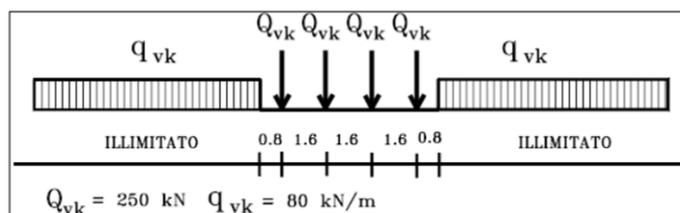
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 100 di 178

10.3 Carichi accidentali

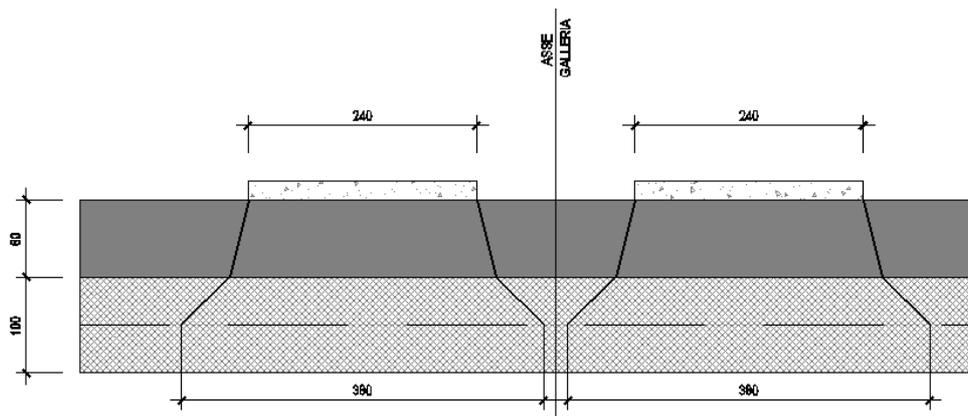
I carichi accidentali considerati sono generati dal traffico ferroviario.

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

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

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.		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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 101 di 178				

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 102 di 178

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 diaframmi 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	1.88	1.88	18.0	16.23	0.304	52.40
2	asse sol. copertura	2.48	0.60	18.0			
3	inizio diaframma	4.08	1.60	18.0			
4	piroclastiti recenti	6.91	2.83	16.0			
5	inizio falda	10.05	3.14	16.0			
6	asse sol. fondo	10.62	0.57	6.0			

Tabella 11. Spinta di Wood

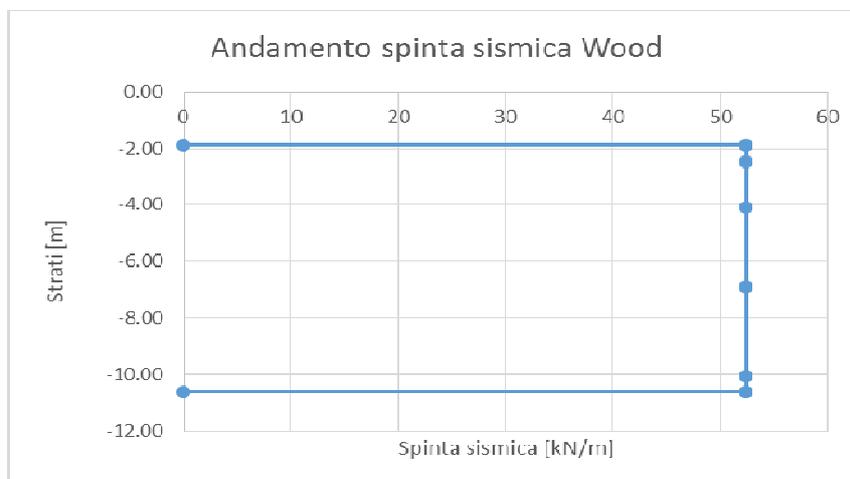


Figura 65. Diagramma andamento spinta Wood

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 103 di 178

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	0.083	1.0	0.30	0.0023		0.026	52.40	1.38

Figura 66. Spinta Wood su fodera esterna

- b) l'incremento della spinta dell'acqua applicata ai diaframmi laterali con una distribuzione di carico pseudoparabolica, considerando la teoria di Westergaard :

$$q(z) = 7/8 * k_h * \gamma_w * (6 * z)^{1/2} \text{ con:}$$

$$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3 \text{ peso specifico acqua}$$

$$k_h = \beta_m * \frac{a \text{ max}}{g} = 0.304$$

z = altezza intervallo considerato

Spinta Westergaard

$$q_{(z)} = 7/8 * k_h * \gamma_w * (H * z)^{1/2}$$

	Quota [m]	z	q _(z)
q ₍₀₎	-10.05	0	0.00
q _(0.25)	-10.30	0.25	1.00
q _(0.5)	-10.55	0.50	1.42
q _(0.57)	-10.62	0.57	1.52

Tabella 12. Tabella valori spinta di Westergaard

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 104 di 178
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						

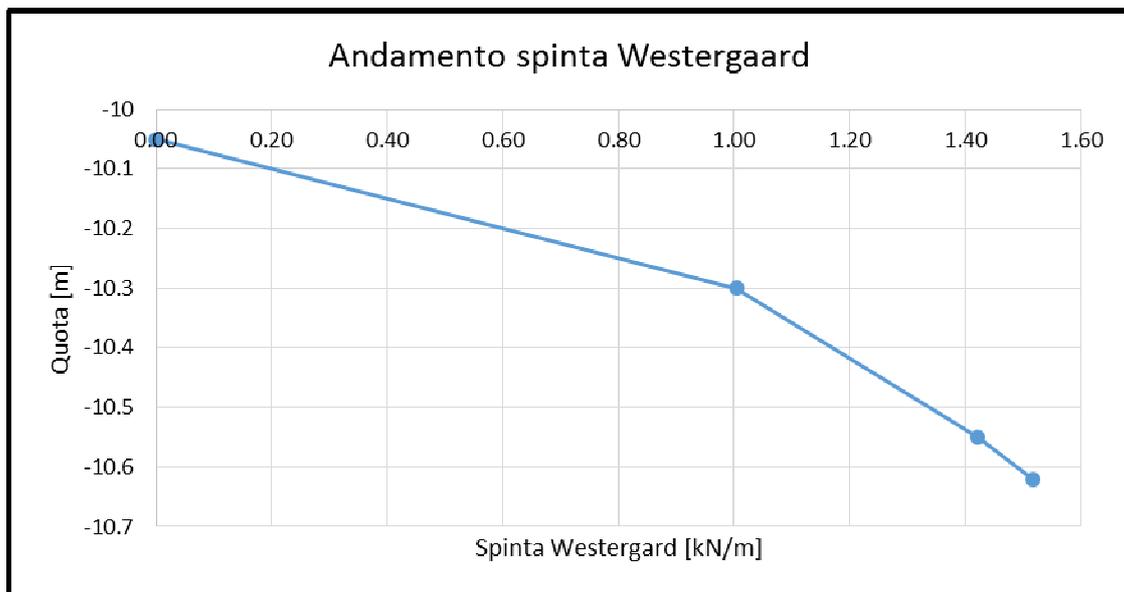


Figura 67. *Diagramma andamento spinta di Westergaard*

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

$$Q_{\text{sis cls, fodera}} = \pm \gamma_{\text{cls}} * s_{\text{fodere, lat}} * ag/g * Ss * St = \pm 25.00 \text{ kN/m}^3 * 0.30 \text{ m} * 0.304 = \pm 2.28 \text{ kN/m}^2$$

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

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

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

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

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 105 di 178

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 2018-07-183)
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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 106 di 178

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					
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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 107 di 178

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	219
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	218
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	1045.00
Ymin =	0.00
Ymax =	0.00
Zmin =	-11124.00
Zmax =	-399.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</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>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 108 di 178

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 anormali. 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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 109 di 178

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 110 di 178				

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: b=100 h=30	3000.00	2500.00	2500.00	7.299e+05	2.500e+06	2.250e+05	5.000e+04	1.500e+04	7.500e+04	2.250e+04
2	Rettangolare: b=100 h=90	9000.00	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

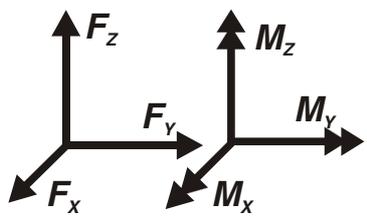
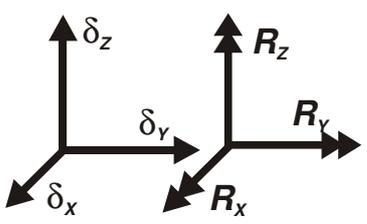
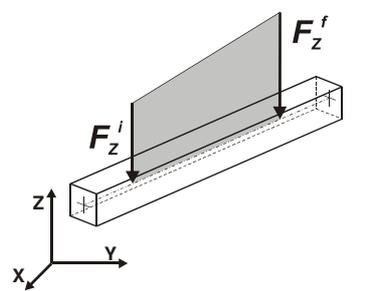
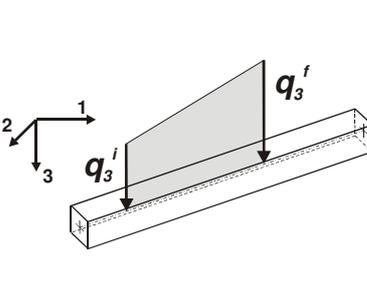
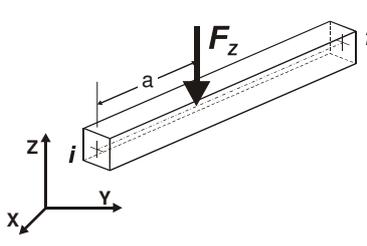
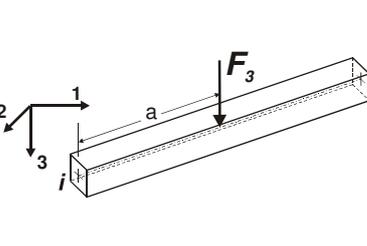
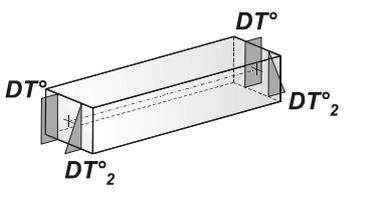
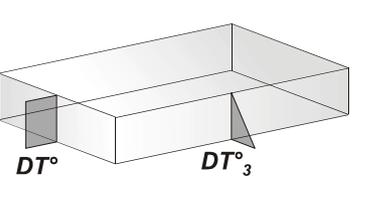
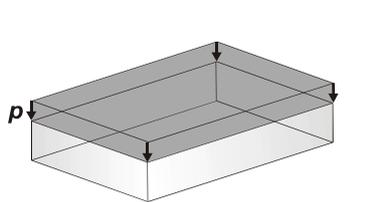
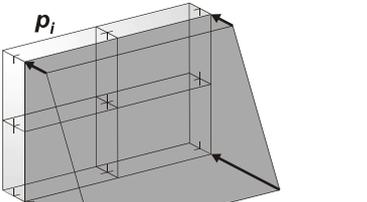
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 111 di 178

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 F_x, F_y, F_z , momento M_x, M_y, M_z)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento T_x, T_y, T_z , rotazione R_x, R_y, R_z)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati ($f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$, ascissa di inizio carico) 7 dati ($f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$, ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati ($f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$, ascissa di inizio carico) 7 dati ($f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$, ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$, ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati ($F_1, F_2, F_3, M_1, M_2, M_3$, 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					
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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 112 di 178

	Carico concentrat o nodale		Spostament o impresso
	Carico distribuito globale		Carico distribuito locale
	Carico concentrat o globale		Carico concentrato locale
	Carico termico 2D		Carico termico 3D
	Carico pressione uniforme		Carico pressione variabile

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 113 di 178

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
5	Idros costante FOND	0.0	0.0	0.0	20.20	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	20.20	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	1.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	1.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	Inerzia fodere +	0.0	2.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	2.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Inerzia fodere -	0.0	-2.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-2.28	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
18	Spinta sismica wood - PAR	0.0	-1.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-1.38	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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 114 di 178

Tipo	carico variabile generale
-------------	----------------------------------

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm ²	cm	daN/cm ²
3	Idros triang + PAR				
	Z - Z Qx L2=1.00	-1084.00	50.90 daN/cm	-575.00	0.0 daN/cm
4	Idros triang - PAR				
	Z - Z Qx L2=1.00	-1084.00	-50.90 daN/cm	-575.00	0.0 daN/cm
16	Spinta Westergard +				
	Z - Z Qx L2=1.00	-1084.00	10.88 daN/cm	-1025.00	10.06 daN/cm
		-1025.00	10.06 daN/cm	-925.00	8.51 daN/cm
		-925.00	8.51 daN/cm	-875.00	7.61 daN/cm
		-875.00	7.61 daN/cm	-825.00	6.59 daN/cm
		-825.00	6.59 daN/cm	-775.00	5.38 daN/cm
		-775.00	5.38 daN/cm	-725.00	3.80 daN/cm
		-725.00	3.80 daN/cm	-675.00	0.0 daN/cm
17	Spinta Westergard -				
	Z - Z Qx L2=1.00	-1084.00	-10.88 daN/cm	-1025.00	-10.06 daN/cm
		-1025.00	-10.06 daN/cm	-925.00	-8.51 daN/cm
		-925.00	-8.51 daN/cm	-875.00	-7.61 daN/cm
		-875.00	-7.61 daN/cm	-825.00	-6.59 daN/cm
		-825.00	-6.59 daN/cm	-775.00	-5.38 daN/cm
		-775.00	-5.38 daN/cm	-725.00	-3.80 daN/cm
		-725.00	-3.80 daN/cm	-675.00	0.0 daN/cm

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.	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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 115 di 178	

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>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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 116 di 178

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) SPINTA E SOTTOSPINTA IDRICA	D2 :da 3 a 6 Azione : Idros costante FOND D2 : 7 Azione : Idros triang - PAR D2 : 8 Azione : Idros triang + PAR
3	Gk	CDC=G2k (permanente generico n.c.d.) BALLAST e MARCIAPIEDI	D2 : 3 Azione : Q ballast FOND D2 :da 4 a 5 Azione : Q marciapiede FOND D2 : 6 Azione : Q ballast FOND
4	Qk	CDC=Qk (variabile generico) TRENO SX	D2 : 3 Azione : Traffico ferroviario FOND
5	Qk	CDC=Qk (variabile generico) TRENO DX	D2 : 6 Azione : Traffico ferroviario FOND
6	Qk	CDC=Qk (variabile generico) SISMA +	D2 :da 3 a 6 Azione : Inerzia solettone fondo + D2 :da 3 a 6 Azione : Inerzia ballast + D2 :da 7 a 8 Azione : Inerzia fodere +
7	Qk	CDC=Qk (variabile generico) SISMA -	D2 :da 3 a 6 Azione : Inerzia solettone fondo - D2 :da 3 a 6 Azione : Inerzia ballast - D2 :da 7 a 8 Azione : Inerzia fodere - D2 :da 7 a 8 Azione : Spinta Westergard - D2 :da 7 a 8 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					
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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	117 di 178

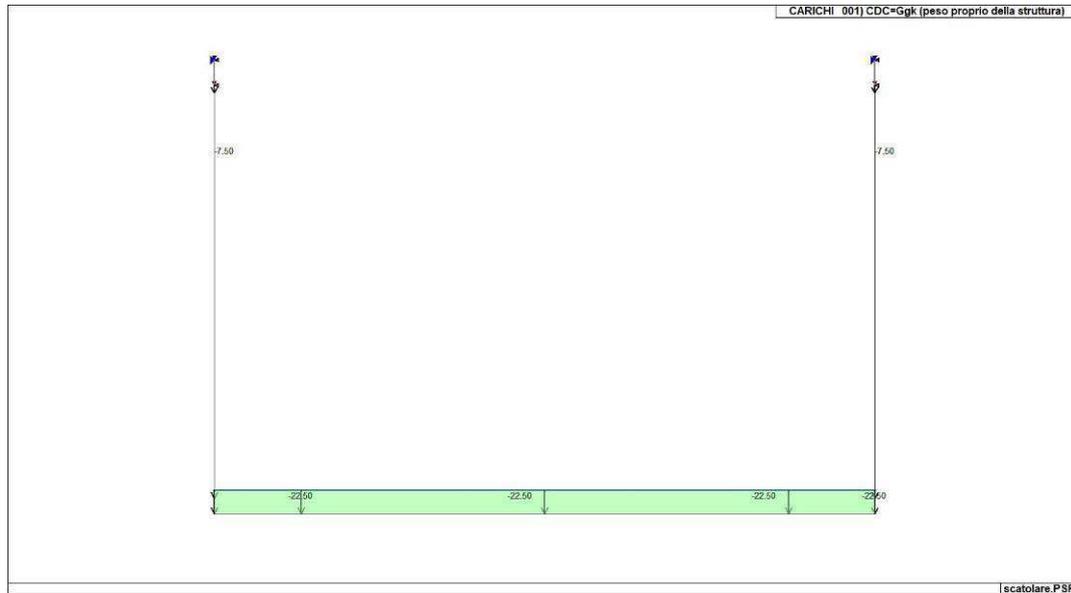


Figura 68. Caso di carico CDC 1 (Peso proprio della struttura)

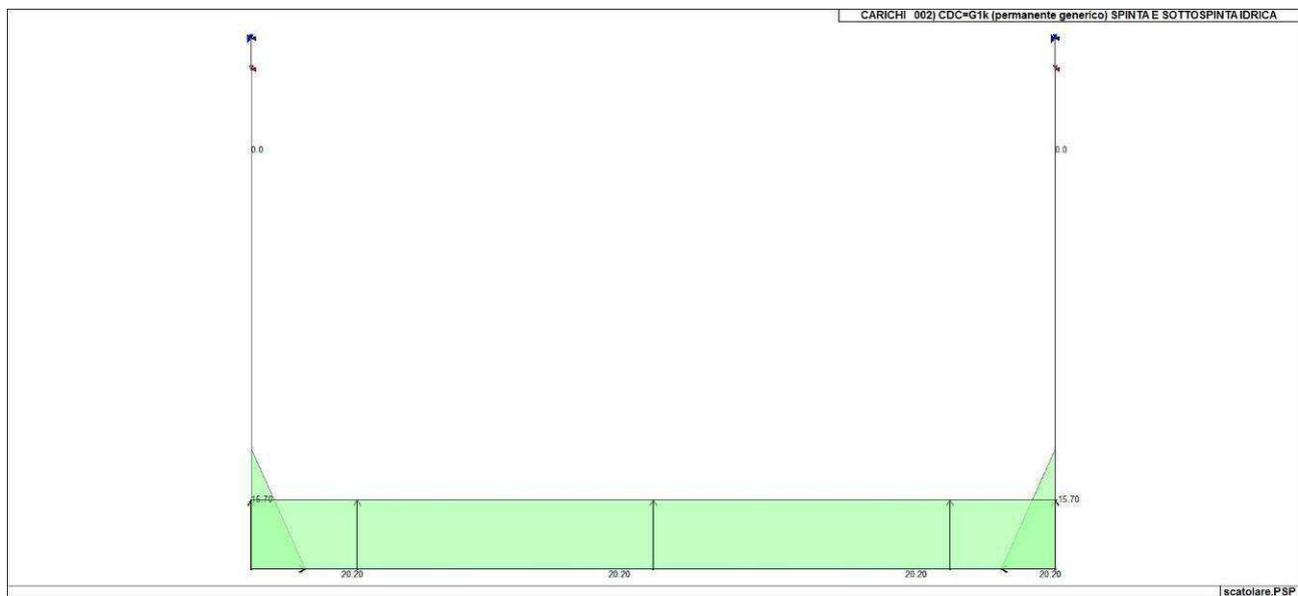


Figura 69. Caso di carico CDC 2 (Permanente spinta e sottospinta)

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.		
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 118 di 178
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						

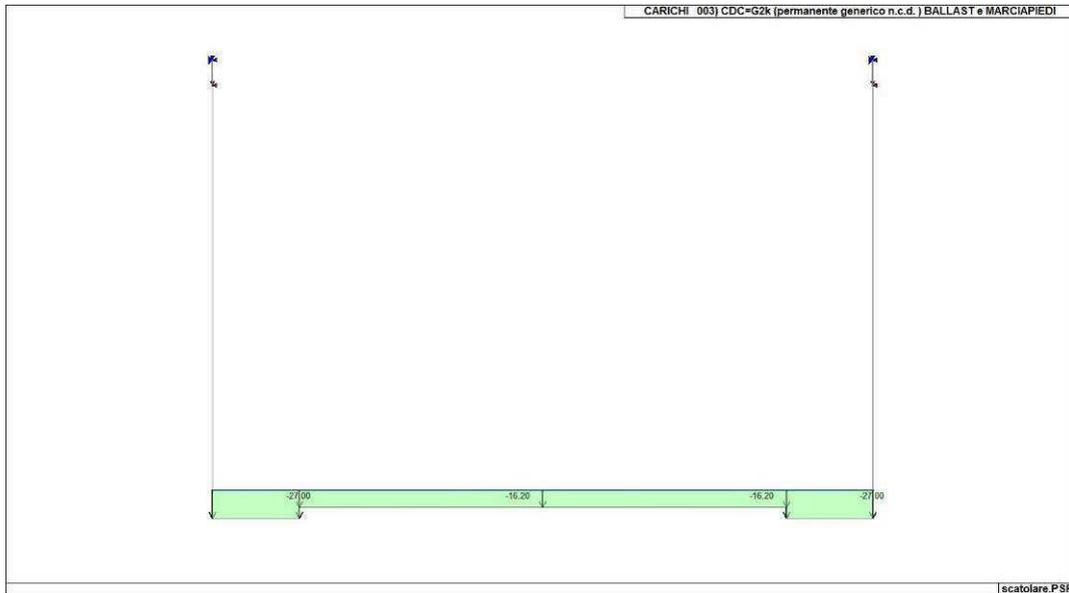


Figura 70. Caso di carico CDC 3 (Permanente ballast e marciapiedi)

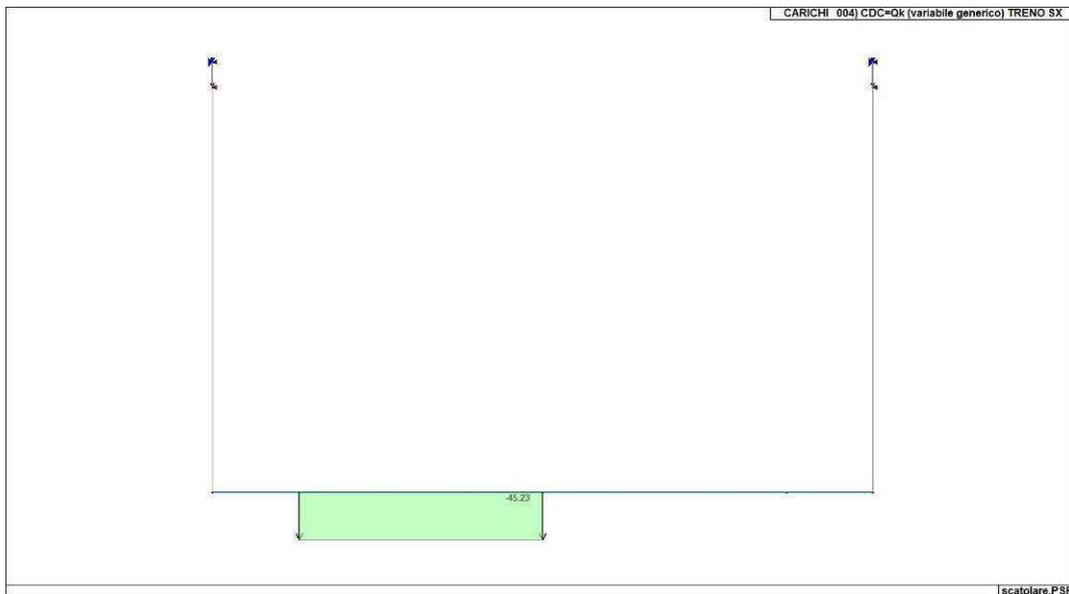


Figura 71. Caso di carico CDC 4 (Treno binario sinistra)

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.		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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	119 di 178

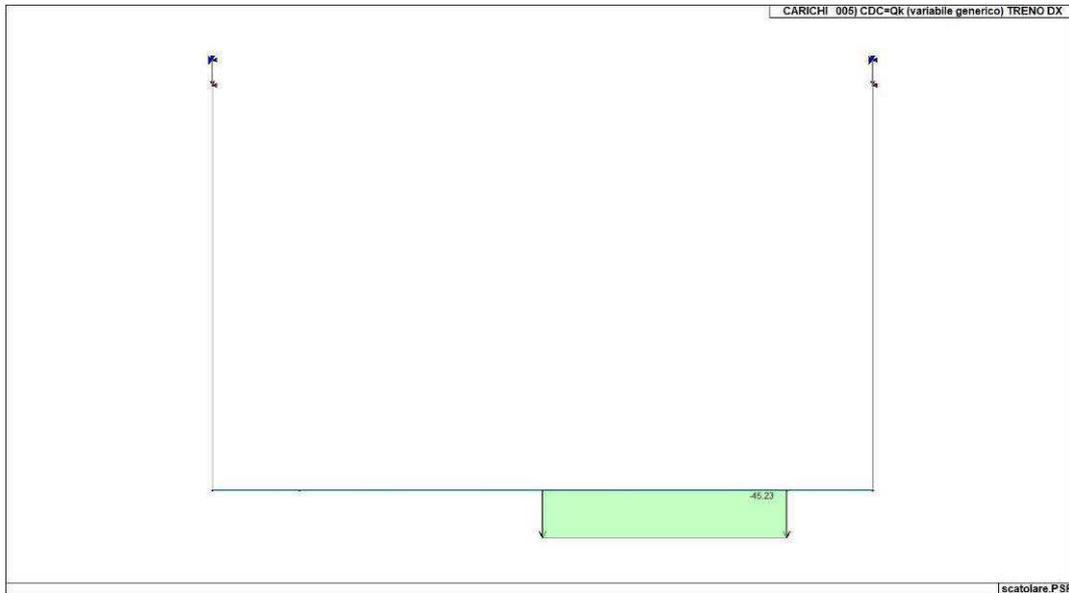


Figura 72. Caso di carico CDC 5 (Treno binario destra)

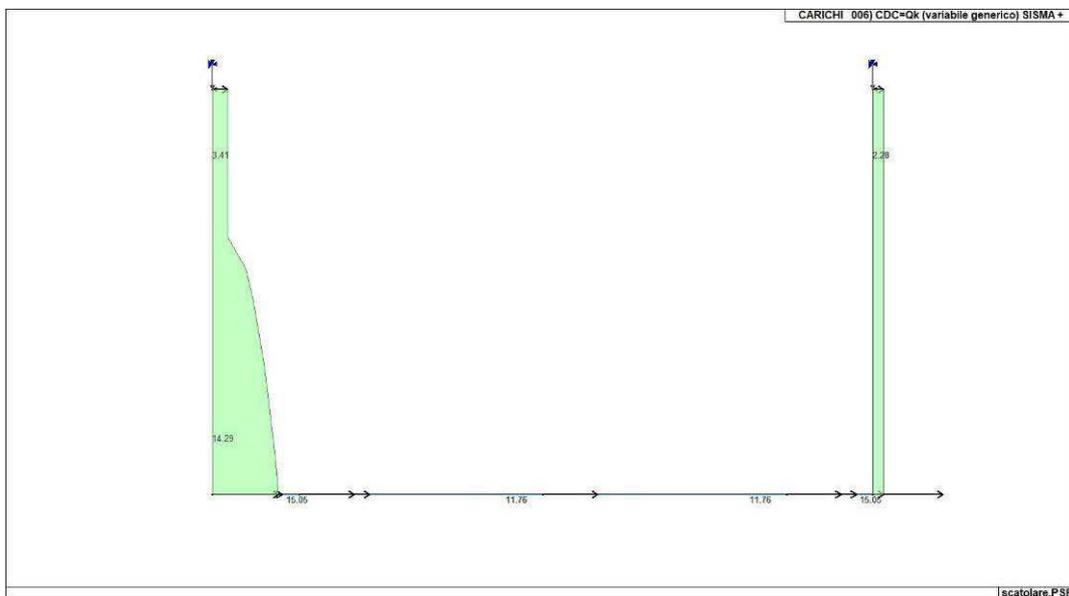


Figura 73. Caso di carico CDC 6 (Sisma X+)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 120 di 178

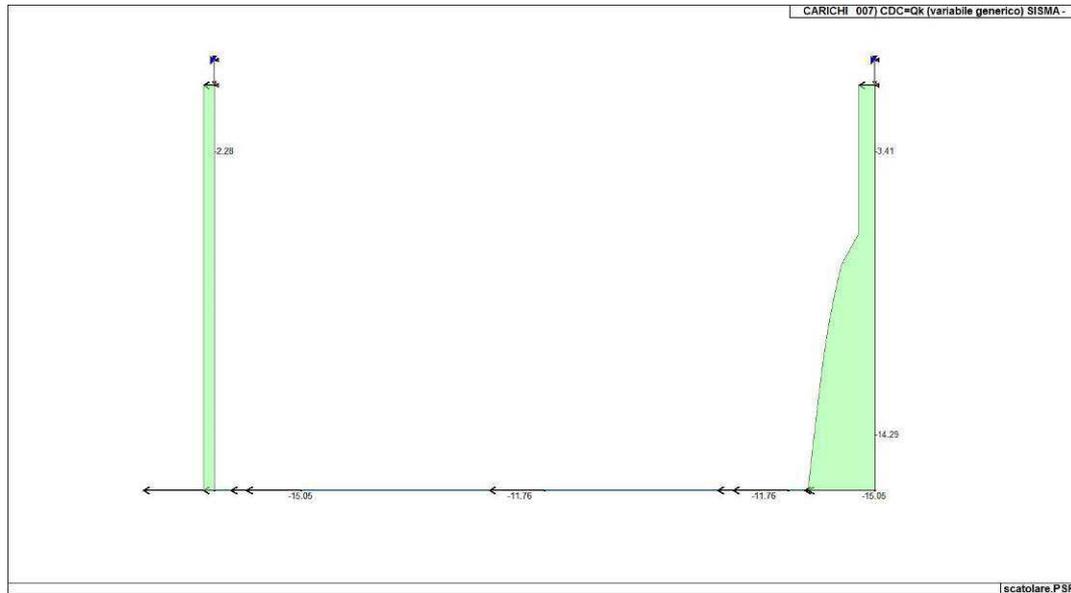


Figura 74. Caso di carico CDC 7 (Sisma X-)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 121 di 178							

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.

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.35	1.35	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0						
2	1.35	1.35	1.50	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0						
3	1.35	1.35	1.50	1.50	1.20	0.0	0.0	0.0						
4	1.35	1.35	1.50	1.20	1.50	0.0	0.0	0.0						
5	1.00	1.00	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0						
6	1.00	1.00	1.50	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0						
7	1.00	1.00	1.50	1.50	1.20	0.0	0.0	0.0						
8	1.00	1.00	1.50	1.20	1.50	0.0	0.0	0.0						
9	1.00	1.35	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
10	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0						
11	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0						
12	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0						
13	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0						
14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0						
15	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00	0.0	0.0	0.0						
16	1.00	1.00	1.00	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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	122 di 178

11.6 Risultati

11.6.1 Involuppo SLU

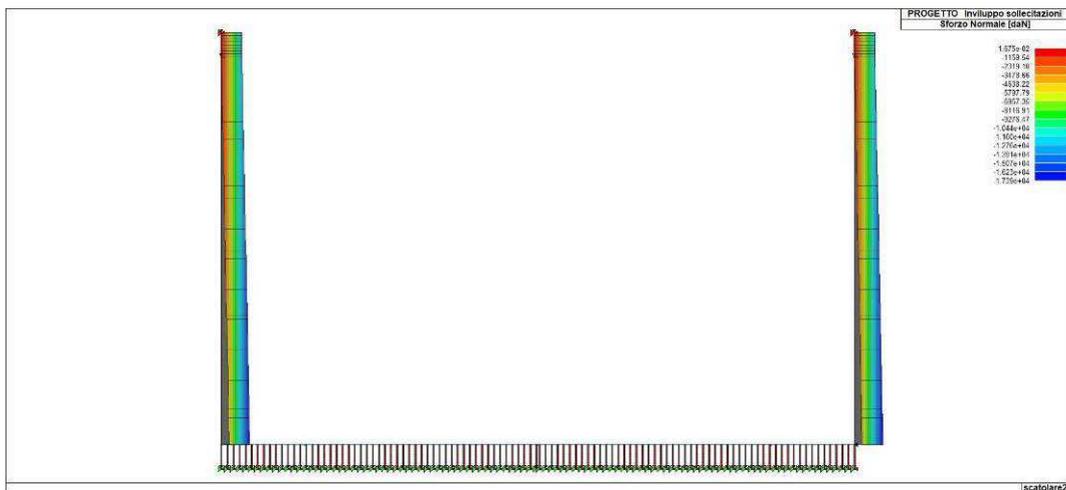


Figura 75. Involuppo dello sforzo normale delle fodere

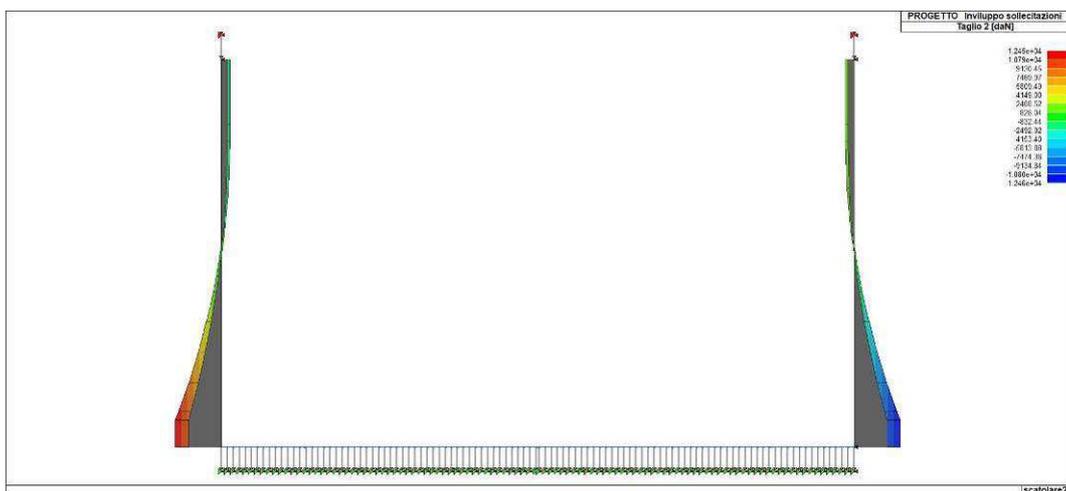


Figura 76. Involuppo del taglio delle fodere

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	123 di 178

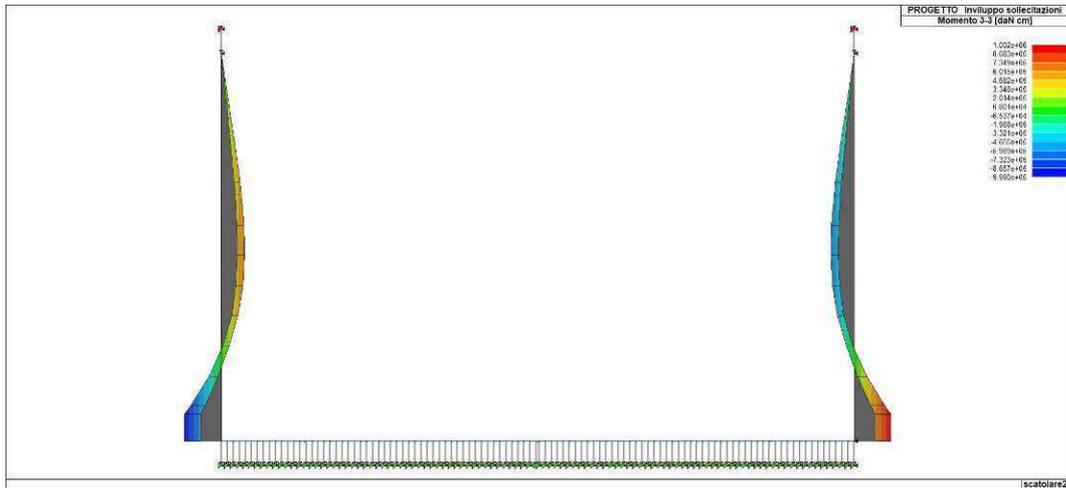


Figura 77. Inviluppo del momento flettente delle fodere

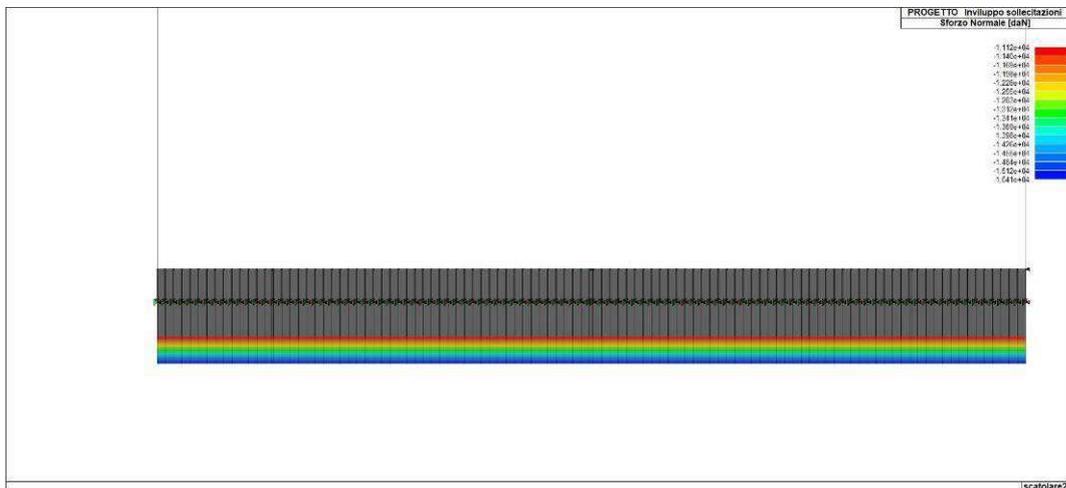


Figura 78. Inviluppo dello sforzo normale del solettone di fondazione

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006		

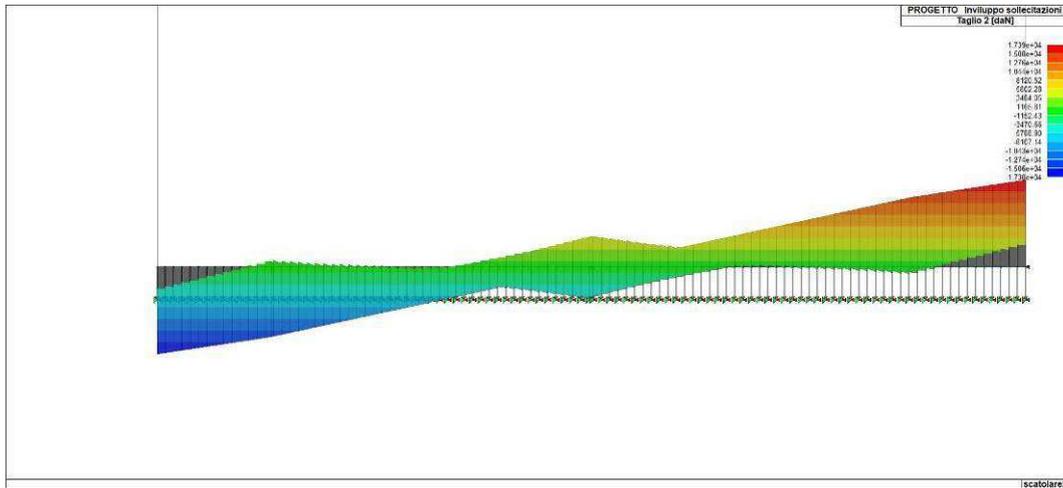


Figura 79. *Inviluppo del taglio del solettone di fondazione*

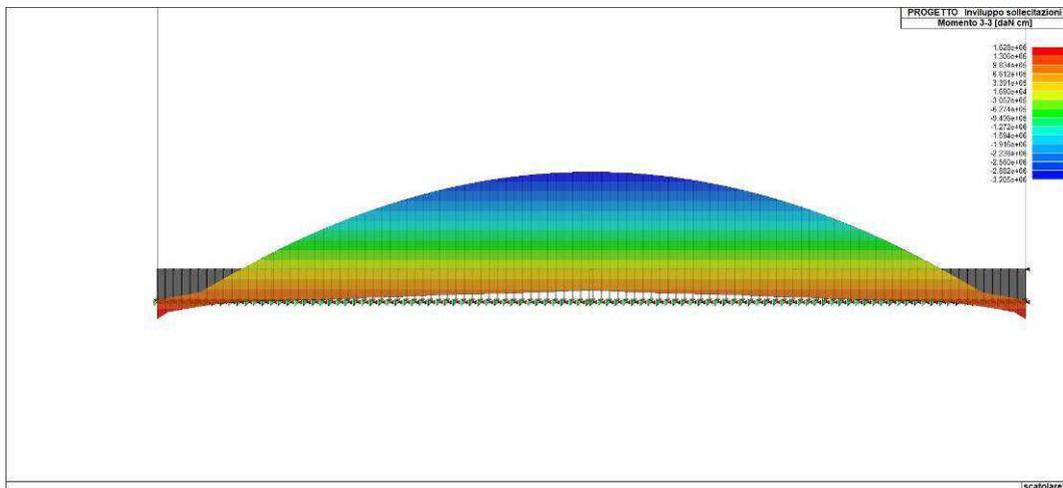


Figura 80. *Inviluppo del momento flettente del solettone di fondazione*

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	125 di 178

11.6.2 Involuppo SLV

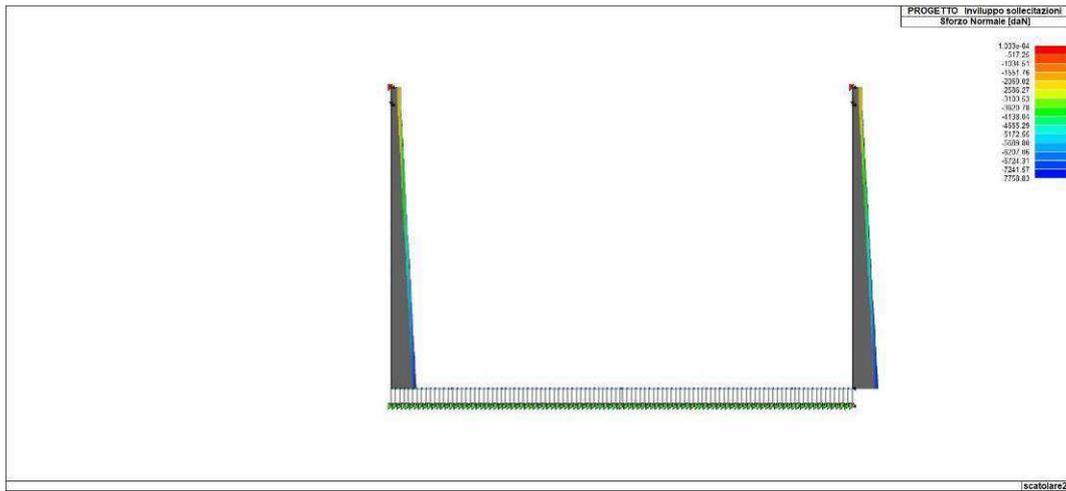


Figura 81. Involuppo dello sforzo normale delle fodere

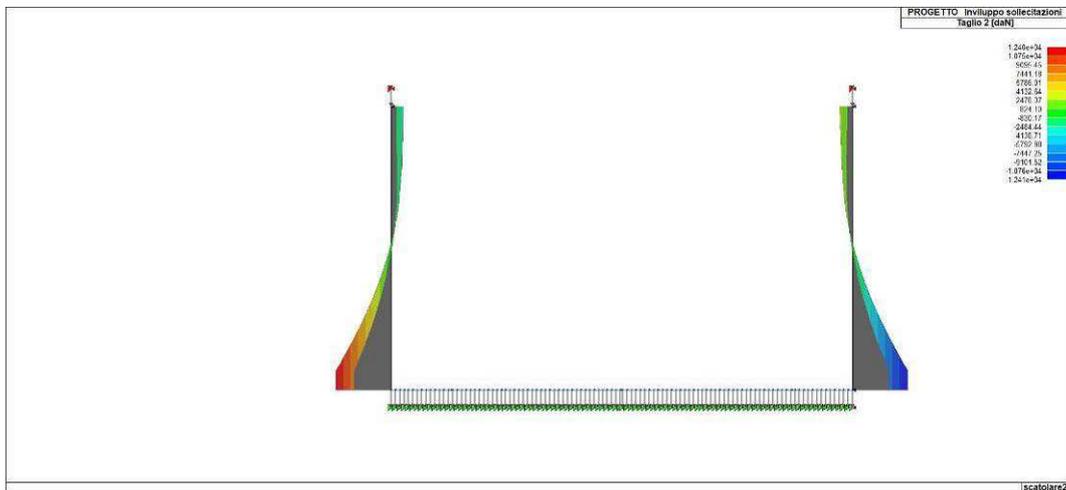


Figura 82. Involuppo del taglio delle fodere

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006		

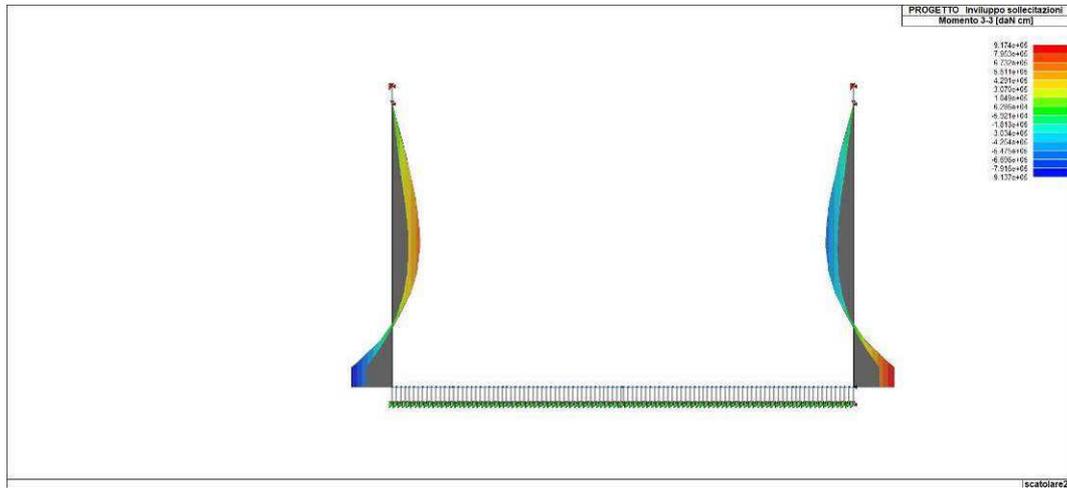


Figura 83. *Involuppo del momento flettente delle fodere*

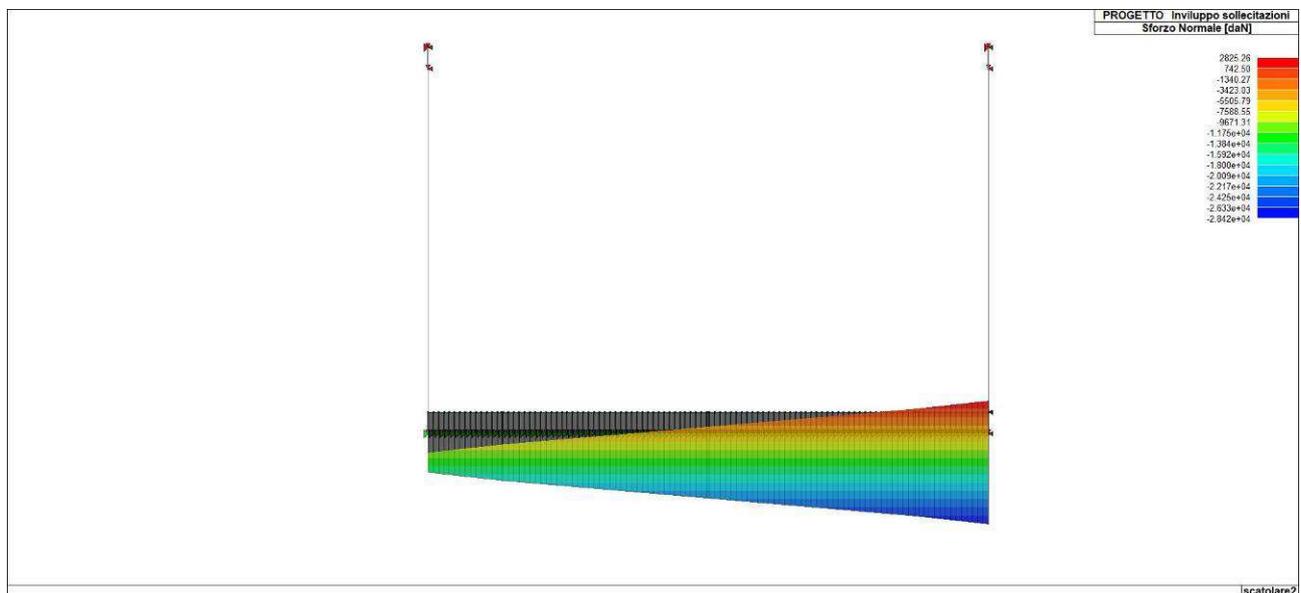


Figura 84. *Involuppo dello sforzo normale del solettone di fondazione*

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 127 di 178

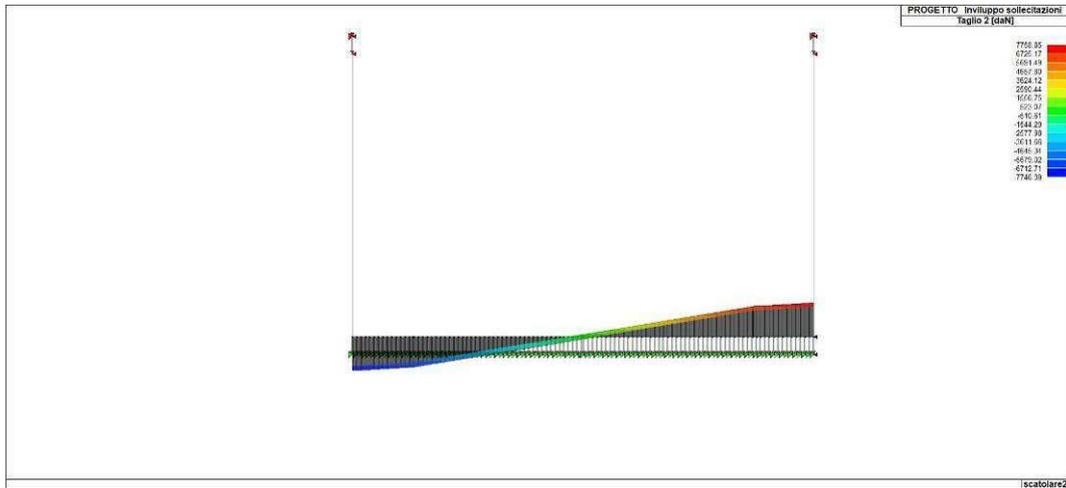


Figura 85. Inviluppo del taglio del solettone di fondazione

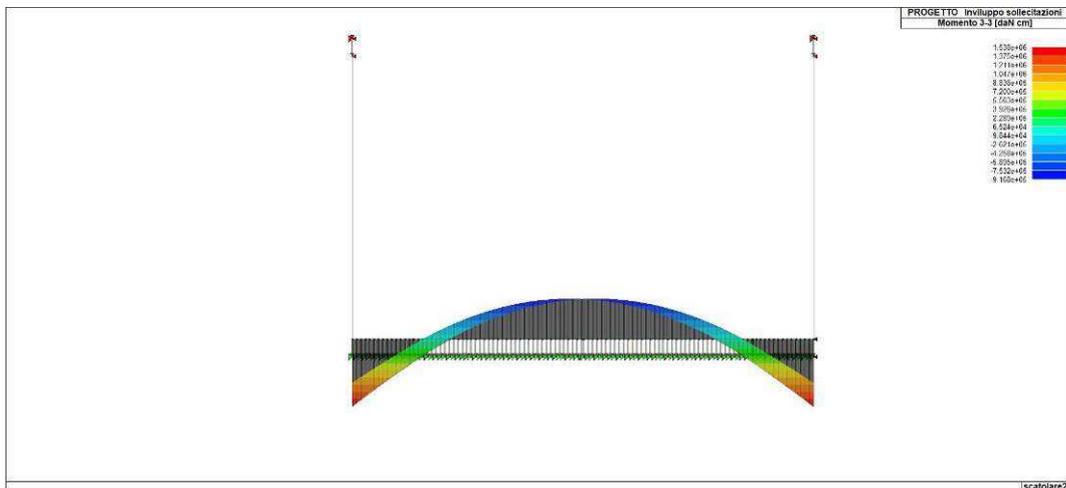


Figura 86. Inviluppo del momento flettente del solettone di fondazione

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	128 di 178

11.6.3 Inviluppo SLE

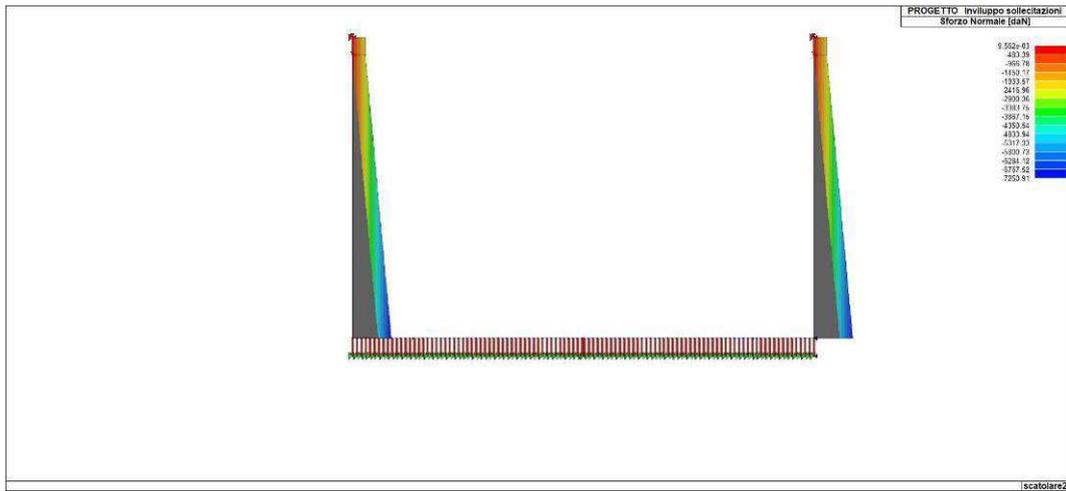


Figura 87. Inviluppo dello sforzo normale delle fodere

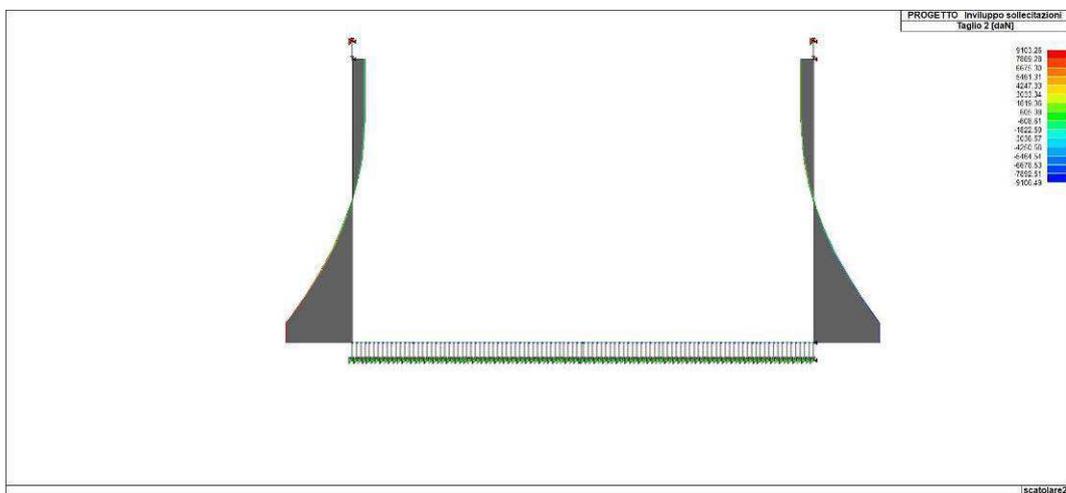


Figura 88. Inviluppo del taglio delle fodere

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 129 di 178

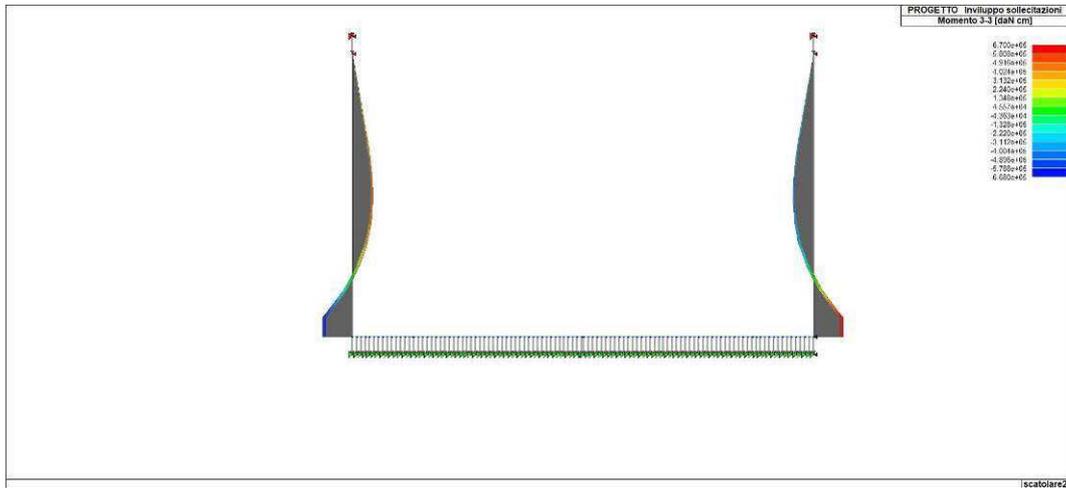


Figura 89. Involuppo del momento flettente delle fodere

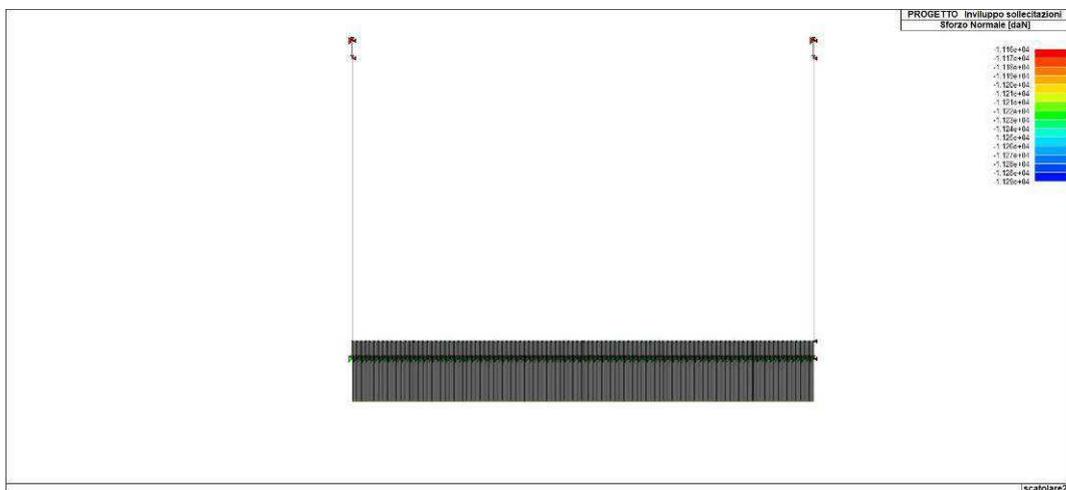


Figura 90. Involuppo dello sforzo normale del solettone di fondazione

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 130 di 178

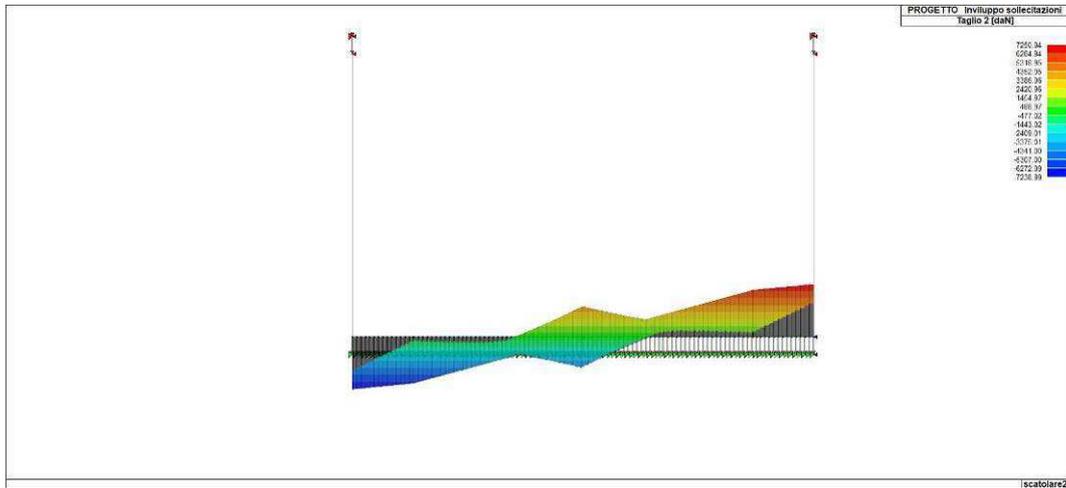


Figura 91. *Inviluppo del taglio del solettone di fondazione*

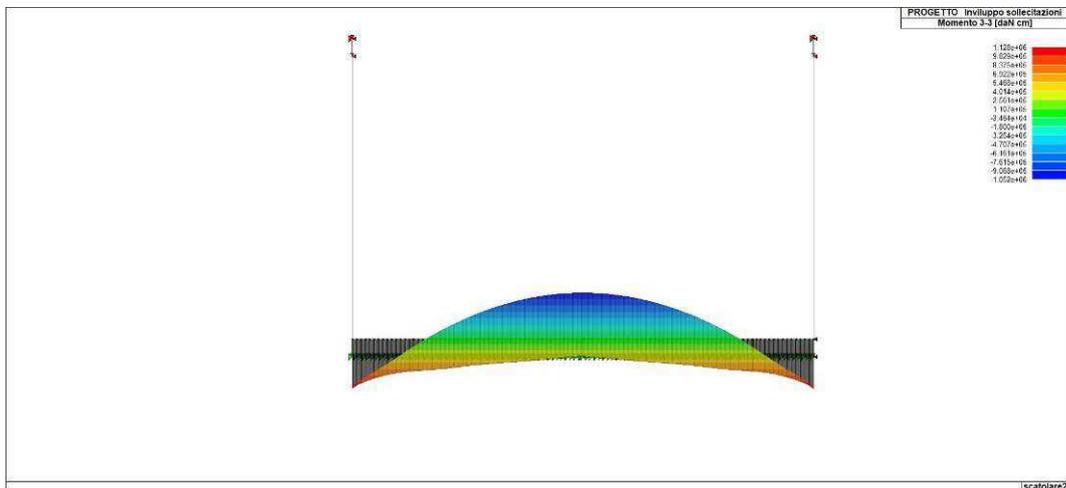


Figura 92. *Inviluppo del momento flettente del solettone di fondazione*

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.		
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B
				PAGINA 131 di 178		

12 VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI

Per quanto concerne la verifica di diaframmi, piedritti e solettone di copertura, si segnala che sono sempre dimensionati le sollecitazioni di Fase 2, di conseguenza i riferimenti alle combinazioni di calcolo riportati in seguito sono relativi alla combinazioni di questa fase.

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza allo SLU e le verifiche di fessurazione e tensionali allo SLE per i diversi elementi strutturali.

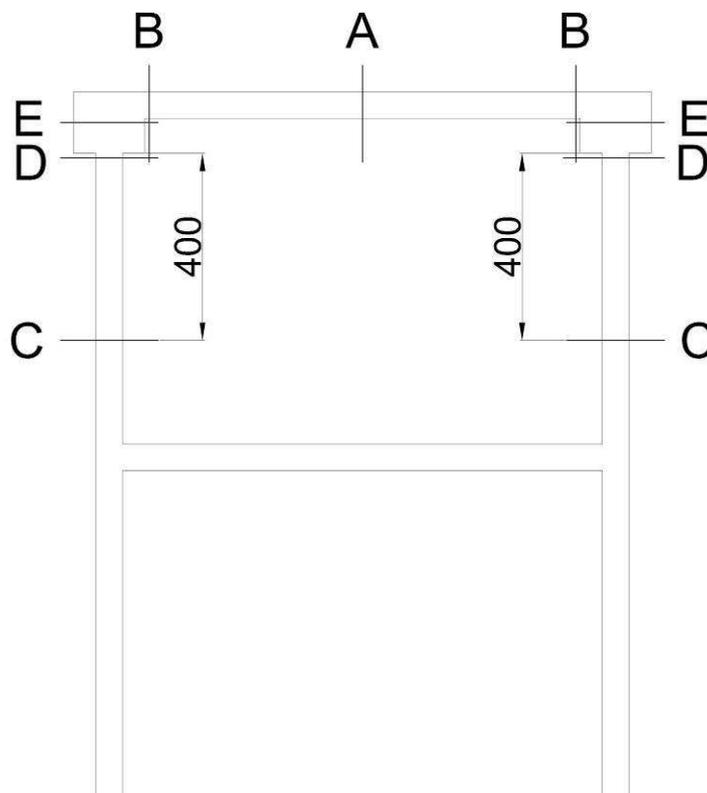


Figura 93. Sezioni di verifica portale

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	132 di 178

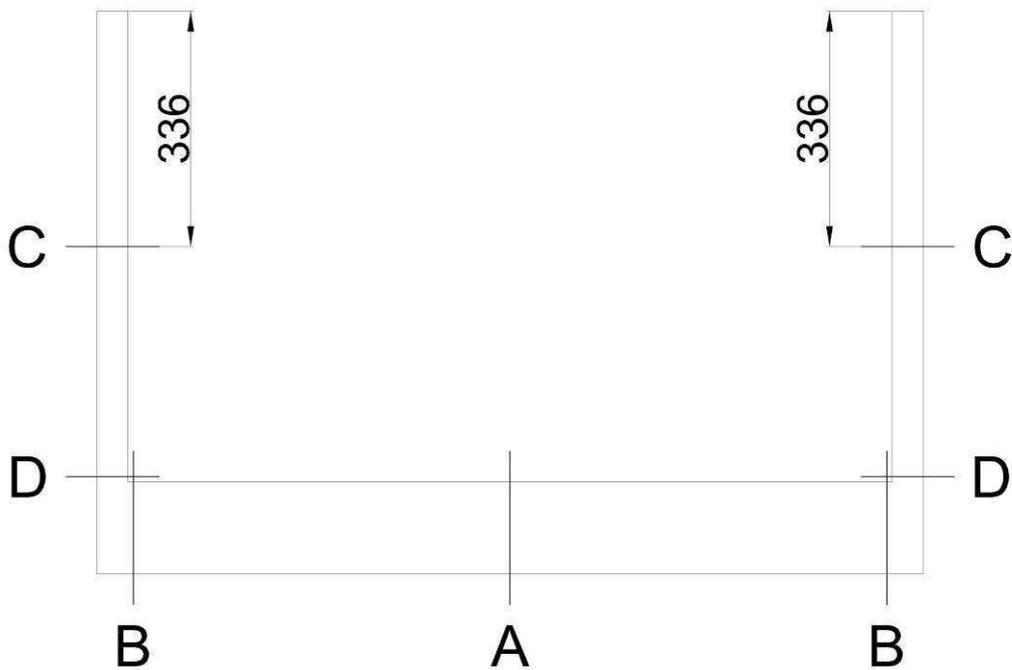


Figura 94. Sezioni di verifica scatolare

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 133 di 178

12.1 Diaframmi

I diaframmi sono armati come segue:

- Armatura corrente 6+6 Φ 24
(equivalente ad un'armatura corrente pari a 15+15 Φ 24 per un diaframma di larghezza 2,5 m)
- Armatura aggiunta in testa (per una lunghezza di 400 cm): 4+4 Φ 24
(equivalente ad un'armatura aggiunta pari a 10+10 Φ 24 per un diaframma di larghezza 2,5 m)
- Armatura aggiunta in testa (per una lunghezza di 400 cm lato terreno): 5 Φ 30
(equivalente ad un'armatura aggiunta pari a 13 Φ 30 per un diaframma di larghezza 2,5 m)
- Staffe correnti: Φ 10/26 cm
(su una porzione di diaframma di larghezza unitaria, 1 m, equivalente a staffe Φ 12/30 cm a 4 braccia per un diaframma di larghezza 2,5 m)
- Staffe in zona raffittita in testa (per una lunghezza di 200 cm): Φ 10/13 cm
(su una porzione di diaframma di larghezza unitaria, 1 m, equivalente a staffe Φ 12/15 cm a 4 braccia per un diaframma di larghezza 2,5 m)
- Staffe in zona raffittita sopra solettone di fondazione (per una lunghezza di 200 cm): Φ 10/13 cm
(su una porzione di diaframma di larghezza unitaria, 1 m, equivalente a staffe Φ 12/15 cm a 4 braccia per un diaframma di larghezza 2,5 m)

Il copriferro da asse barra dell'armatura principale risulta pari a **8,4 cm**. Gli eventuali ed ulteriori registri di armatura sono posti ad una distanza cautelativamente pari a 6 cm dal precedente. Ogni registro prevede un massimo di 10 barre, eventuali barre aggiunte oltre questo limite passano al registro più interno.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 134 di 178

12.1.1 Verifiche SLU sezione corrente (sezione C)

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazioni 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		
50	46511,0	5732600,0	0,0	N	46511,0	11309090,0	458866,0	0,510	OK

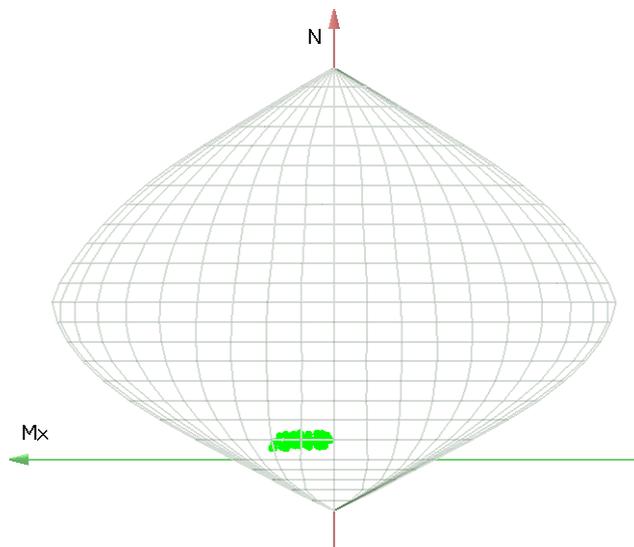


Figura 95. Dominio M-N

Verifiche a taglio stato limite ultimo:

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3		
			daN	daN	daN		
	0.12	50	0.0	2.557e+04	0.0		
Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u				
	0.0	0.12	0.0				
ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vrcd	Vrsd	V2	ctgT	alfa C
			daN	daN	daN		
	0.53	50	2.076e+05	4.846e+05	2.557e+04	2.50	1.03

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 135 di 178

12.1.2 Verifiche SLU sezione di testa (sezione D)

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazioni 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		
14	86454,0	-15846500,0	0,0	N	86454,0	-29148020,0	795171,8	0,540	OK

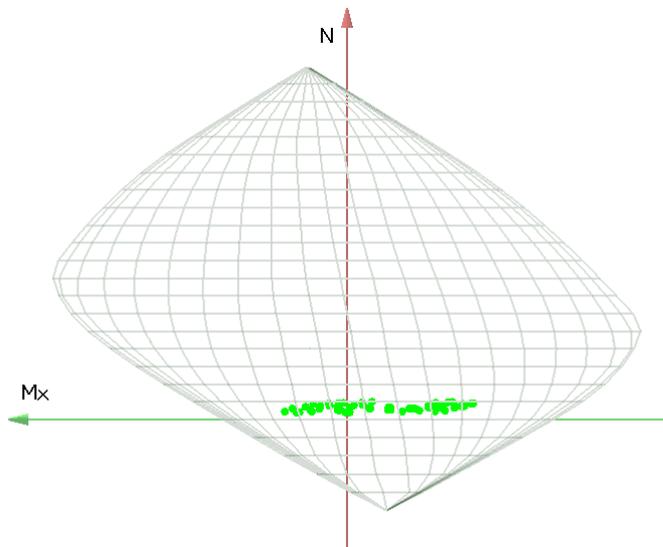


Figura 96. Dominio M-N

Verifiche a taglio stato limite ultimo:

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3		
			daN	daN	daN		
	0.28	43	0.0	-5.945e+04	0.0		
Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u				
	0.0	0.28	0.0				
ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vrcd	Vrsd	V2	ctgT	alfa C
	0.61	43	daN	daN	daN		
			2.101e+05	9.691e+04	5.945e+04	2.50	1.05

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 136 di 178				

12.1.3 Verifiche SLE sezione corrente (sezione C)

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	
74 OK	3962300,0	0,0	52647,0	-36,6	0,27	876,6	0,26

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ 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	
74 OK	3962300,0	0,0	52647,0	0,00	0,00

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

Valori limite:

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	
84 OK	2831600,0	0,0	53979,0	-25,6	0,26	0,00	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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 137 di 178

12.1.4 Verifiche SLE sezione di testa (sezione D)

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	
70 OK	-10919200,0	0,0	62135,0	-69,6	0,51	1436,1	0,43

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ 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	
70 OK	-10919200,0	0,0	62135,0	0.19	0,95

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

Valori limite:

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	
80 OK	-6673200,0	0,0	49282,0	-43,3	0,43	0.09	0,28

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	<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.B0.006</td> <td>B</td> <td>138 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	138 di 178
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	138 di 178								

12.2 Piedritti

I piedritti laterali sono armati come segue:

- Armatura corrente Φ24/10 cm
- Armatura aggiuntiva lato terreno 5Φ20
- Spille: Φ10/40x30 cm

Il copriferro da asse barra dell'armatura principale risulta pari a **5,2 cm**. Gli eventuali ed ulteriori registri di armatura sono posti ad una distanza pari a 14 cm dal precedente.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	139 di 178

12.2.1 Verifiche SLU (sezione E)

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazioni 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		
14	81560,0	-22078400,0	0,0	N	81560,0	-36230150,0	669190,4	0,610	OK

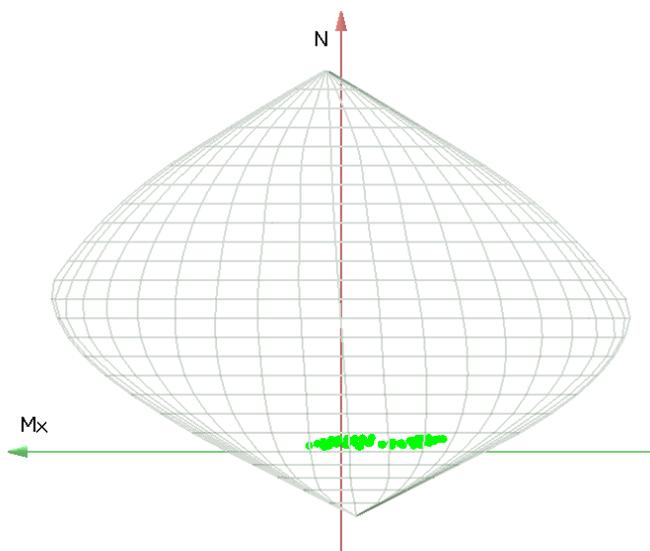


Figura 97. Dominio M-N

Verifiche a taglio stato limite ultimo:

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3			
			daN	daN	daN			
	0.23	43	0.0	-7.080e+04	0.0			
Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u					
	0.0	0.23	0.0					
ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vrcd	Vrsd	V2	ctgT	alfa C	
	0.98	43	3.125e+05	7.198e+04	7.080e+04	2.50	1.03	

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 140 di 178

12.2.2 Verifiche SLE (sezione E)

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	
70 OK	-15327300,0	0,0	58510,0	-54,2	0,40	1657,4	0,49

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ 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	
70 OK	-15327300,0	0,0	58510,0	0.19	0,97

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

Valori limite:

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	
80 OK	-9845000,0	0,0	45657,0	-35,2	0,35	0.10	0,33

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 141 di 178				

12.3 Solettone di copertura

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

- Armatura inferiore corrente Φ26/10 cm + Φ24/20 cm
- Armatura superiore corrente: Φ24/10 cm
- Armatura superiore aggiuntiva in appoggio (su una lunghezza di 200 cm):
6Φ24
- Spille correnti: Φ10/40x30 cm
- Spille in appoggio (su una lunghezza di 200 cm): Φ12/30x30 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 Φ20/20 cm inferiori e superiori.

Il copriferro da asse barra dell'armatura principale risulta pari a **8,2 cm**. Gli eventuali ed ulteriori registri di armatura sono posti ad una distanza cautelativamente pari a 6 cm dal precedente. Ogni registro prevede un massimo di 10 barre, eventuali barre aggiunte oltre questo limite passano al registro più interno.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 142 di 178

12.3.1 Verifiche SLU sezione in campata (sezione A)

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazioni 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		
1	722969,0	21947000,0	0,0	N	22969,1	31678310,0	0,0	0,690	OK

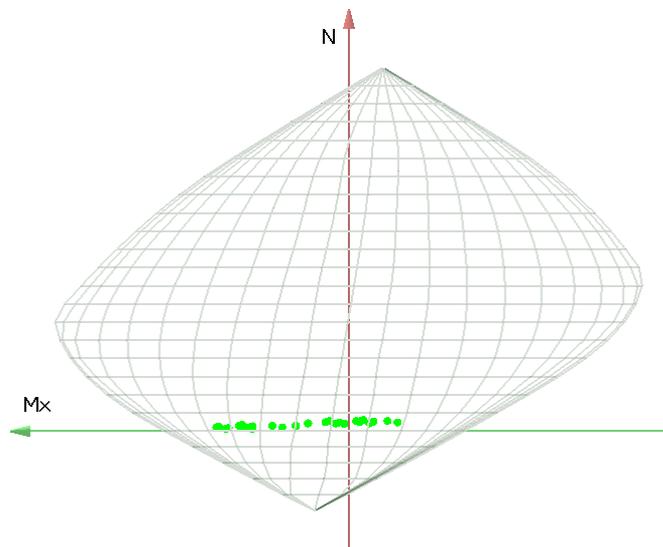


Figura 98. Dominio M-N

Verifiche a taglio stato limite ultimo:

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3		
			daN	daN	daN		
	5.442e-02	50	0.0	-1.393e+04	0.0		
Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u				
	0.0	5.442e-02	0.0				
ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vrcd	Vrsd	V2	ctgT	alfa C
			daN	daN	daN		
	0.16	50	2.56e+05	8.495e+04	-1.393e+04	2.50	1.03

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 143 di 178

12.3.2 Verifiche SLU sezione in incastro (sezione B)

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazioni 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		
14	66420,0	-20649200,0	0,0	N	66420,1	-32512630,0	0,0	0,630	OK

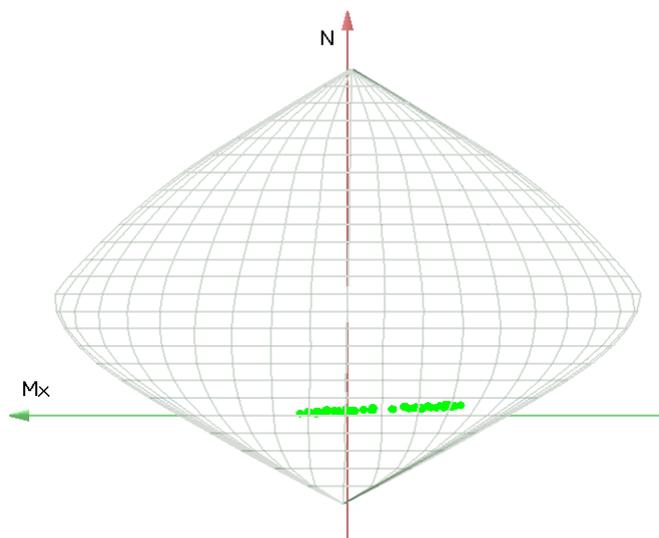


Figura 99. Dominio M-N

Verifiche a taglio stato limite ultimo:

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3		
			daN	daN	daN		
	0.3	9	0.0	7.634e+04	0.0		
Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u				
	0.0	0.3	0.0				
ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vrcd	Vrsd	V2	ctgT	alfa C
			daN	daN	daN		
	0.67	9	2.547e+05	1.133e+05	7.634e+04	2.50	1.02

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 144 di 178

12.3.3 Verifiche SLE sezione in campata (sezione A)

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	
73 OK	15014800,0	0,0	18194,0	-66,6	0,49	1943,9	0,58

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	
73 OK	15014800,0	0,0	18194,0	0,29	0,97

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

Valori limite:

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	
83 OK	9068800,0	0,0	21675,0	-41,0	0,41	0,13	0,45

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 145 di 178

12.3.4 Verifiche SLE sezione in incastro (sezione B)

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

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

CLS: $\sigma_{cL} = 137,50$ 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	
70 OK	-14273700,0	0,0	47119,0	-61,2	0,45	1748,6	0,52

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ 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	
70 OK	-14273700,0	0,0	47119,0	0,20	0,99

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

Valori limite:

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	
80 OK	-8926300,0	0,0	34756,0	-38,6	0,39	0,12	0,40

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 146 di 178				

12.4 Solettone di fondazione

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
- Spille marciapiedi laterali: Φ12/30x30 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.

Il copriferro da asse barra dell'armatura principale risulta pari a **7,4 cm**. Gli eventuali ed ulteriori registri di armatura sono posti ad una distanza cautelativamente pari a 6 cm dal precedente. Ogni registro prevede un massimo di 10 barre, eventuali barre aggiunte oltre questo limite passano al registro più interno.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 147 di 178

12.4.1 Verifiche SLU sezione in campata (sezione A)

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazioni 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		
9	15407,0	-3204600,0	0,0	N	15407,1	-10199710,0	0,0	0,310	OK

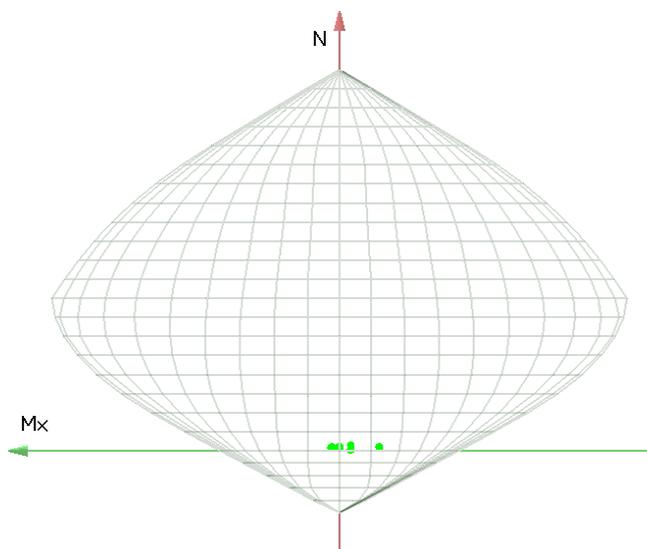


Figura 100. Dominio M-N

Verifiche a taglio stato limite ultimo:

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3		
			daN	daN	daN		
	3.239e-02	1	0.0	-6033.90	0.0		
Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u				
	0.0	3.239e-02	0.0				
ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vrzd	Vrsd	V2	ctgT	alfa C
	0.14	1	1.863e+05	4.360e+04	-6033.90	2.50	1.01

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 148 di 178

12.4.2 Verifiche SLU sezione in incastro (sezione B)

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazioni 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		
9	15407,0	1624800,0	0,0	N	15407,1	10199710,0	0,0	0,160	OK

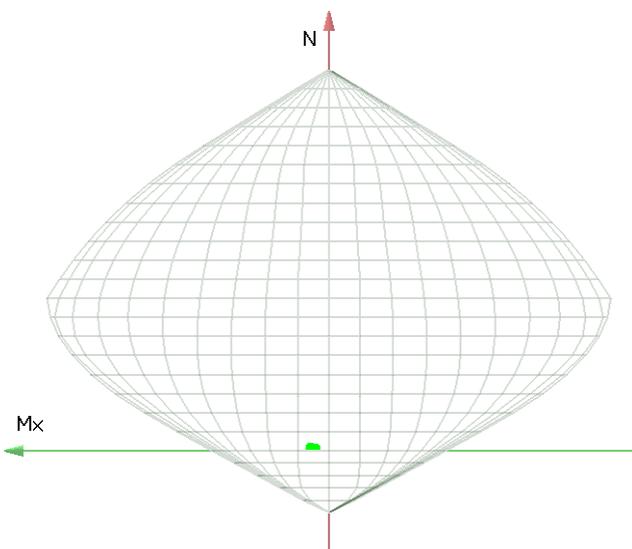


Figura 101. Dominio M-N

Verifiche a taglio stato limite ultimo:

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3		
			daN	daN	daN		
	9.351e-02	9	0.0	-1.738e+04	0.0		
Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u				
	0.0	9.351e-02	0.0				
ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vrzd	Vrsd	V2	ctgT	alfa C
			daN	daN	daN		
	0.21	9	1.859e+05	8.351e+04	-1.738e+04	2.50	1.01

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	149 di 178				

12.4.3 Verifiche SLE sezione in campata (sezione A)

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

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

CLS: $\sigma_{cL} = 136,9$ 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	
15 OK	393000,0	0,0	11161,0	-4,0	0,03	-51,9	0,02

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ 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	
15 OK	393000,0	0,0	11161,0	0,00	0,00

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

Valori limite:

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	
16 OK	-1052200,0	0,0	11293,0	-10,9	0,11	0,00	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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 150 di 178

12.4.4 Verifiche SLE sezione in incastro (sezione B)

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	
12 OK	1092800,0	0,0	11241,0	-11,3	0,08	301,3	0,09

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ 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	
12 OK	1092800,0	0,0	11241,0	0,00	0,00

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

Valori limite:

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	
16 OK	1126200,0	0,0	11293,0	-11,6	0,12	0,00	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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 151 di 178				

12.5 Fodere

La fodera è armata come segue:

- Armatura corrente Φ16/20 cm
- Armatura zona raffittita (su una lunghezza di 200 cm dalla base): Φ16/10 cm
- Spille correnti: Φ8/40x30 cm
- Spille zona raffittita (su una lunghezza di 200 cm dalla base): Φ10/20x30 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.

Il copriferro da asse barra dell'armatura principale risulta pari a **6,8 cm**.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 152 di 178

12.5.1 Verifiche SLU sezione corrente (sezione C)

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazioni 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		
4	3265,0	637300,0	0,0	N	3265,0	953384,2	24384,4	0,670	OK

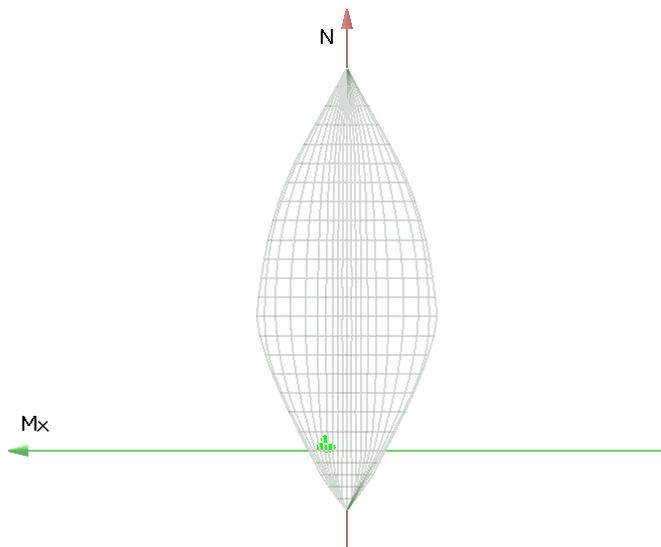


Figura 102. Dominio M-N

Verifiche a taglio stato limite ultimo:

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3		
			daN	daN	daN		
	1.139e-02	10	0.0	611	0.0		
Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u				
	0.0	1.139e-02	0.0				
ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vrcd	Vrsd	V2	ctgT	alfa C
	7.706e-02	9	5.487e+04	8032.05	618.93	2.50	1.04

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 153 di 178

12.5.2 Verifiche SLU sezione in incastro (sezione D)

Verifiche a pressoflessione stato limite ultimo:

Per la combinazioni 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		
9	17043,0	-999000,0	0,0	N	17043,0	-1743556,0	148699,7	0,570	OK

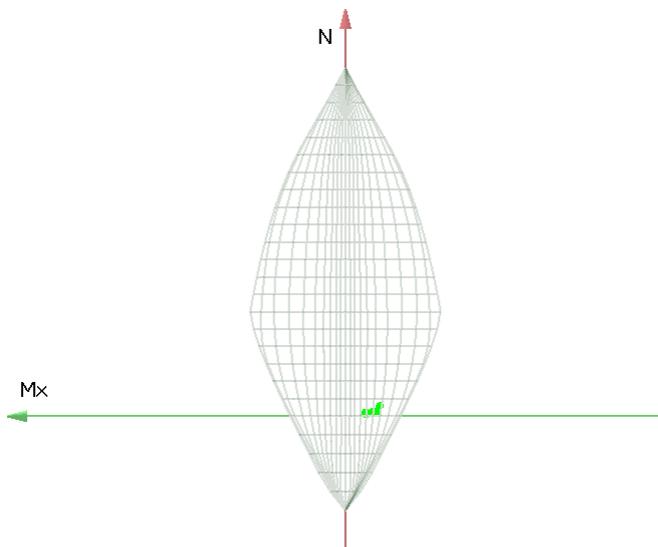


Figura 103. Dominio M-N

Verifiche a taglio stato limite ultimo:

CLS	Indice verifica	cmb	T	V2	V3		
			daN	daN	daN		
	0.23	10	0.0	1.24e+04	0.0		
Indici verifica	Td/Tu	VC2d/V2u	V3d/V3u				
	0.0	0.23	0.0				
ACCIAIO	Indice verifica	cmb	Vrcd	Vrsd	V2	ctgT	alfa C
			daN	daN	daN		
	0.5	9	5.512e+04	2.51e+04	1.245e+04	2.50	1.04

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 154 di 178

12.5.3 Verifiche SLE sezione corrente (sezione C)

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	
15 OK	470000,0	0,0	2419,0	-62,7	0,46	2099,9	0,62

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	
15 OK	470000,0	0,0	2419,0	0,25	0,85

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

Valori limite:

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	
16 OK	427700,0	0,0	4820,0	-56,8	0,57	0,21	0,71

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 155 di 178				

12.5.4 Verifiche SLE sezione in incastro (sezione D)

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	
12 OK	-637000,0	0,0	4500,0	-64,3	0,47	1485,2	0,44

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	
12 OK	-637000,0	0,0	4500,0	0.16	0,53

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

Valori limite:

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	
16 OK	-668000,0	0,0	6901,0	-67,5	0,68	0.16	0,54

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 156 di 178

13 VERIFICHE SISMICHE SLD

13.1 Criteri di verifica

Come già ricordato, in ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- 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, verifiche già condotte e riportate nel dettaglio nei paragrafi precedenti;
- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative al solo Stato Limite di Danno;

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.

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), queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

A riguardo del calcolo allo SLD, si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica il 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).

Per sintesi e chiarezza si riportano i risultati riassunti in forma grafica.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 157 di 178

13.1.1 Diaframmi e piedritti

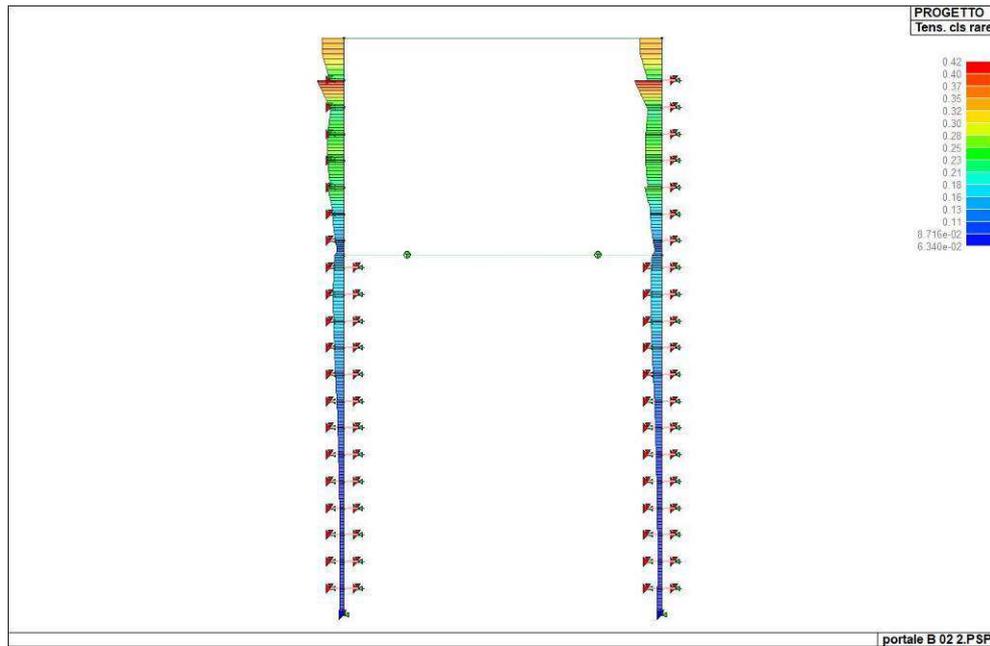


Figura 104. *Indice di verifica della tensione del calcestruzzo per combinazioni rare*

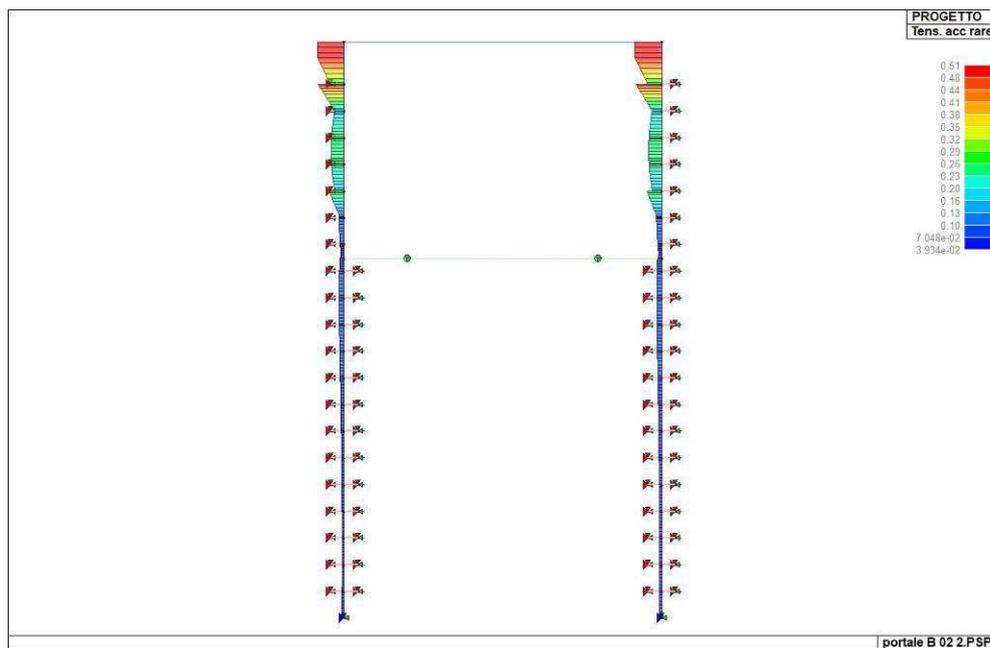


Figura 105. *Indice di verifica della tensione dell'acciaio per combinazioni rare*

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 158 di 178

13.1.2 Solettone di copertura

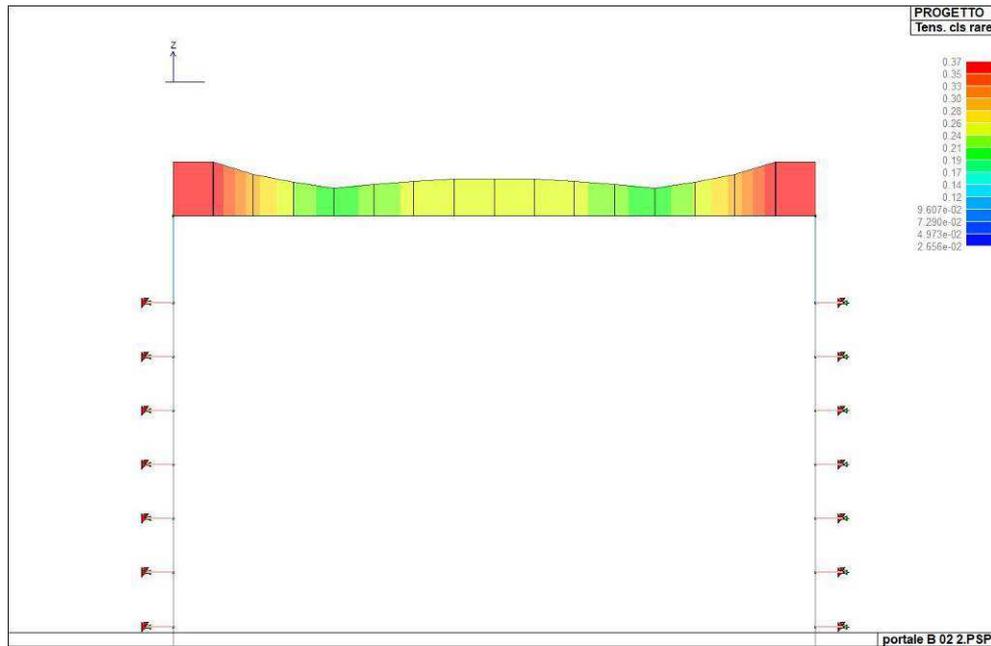


Figura 106. *Indice di verifica della tensione del calcestruzzo per combinazioni rare*

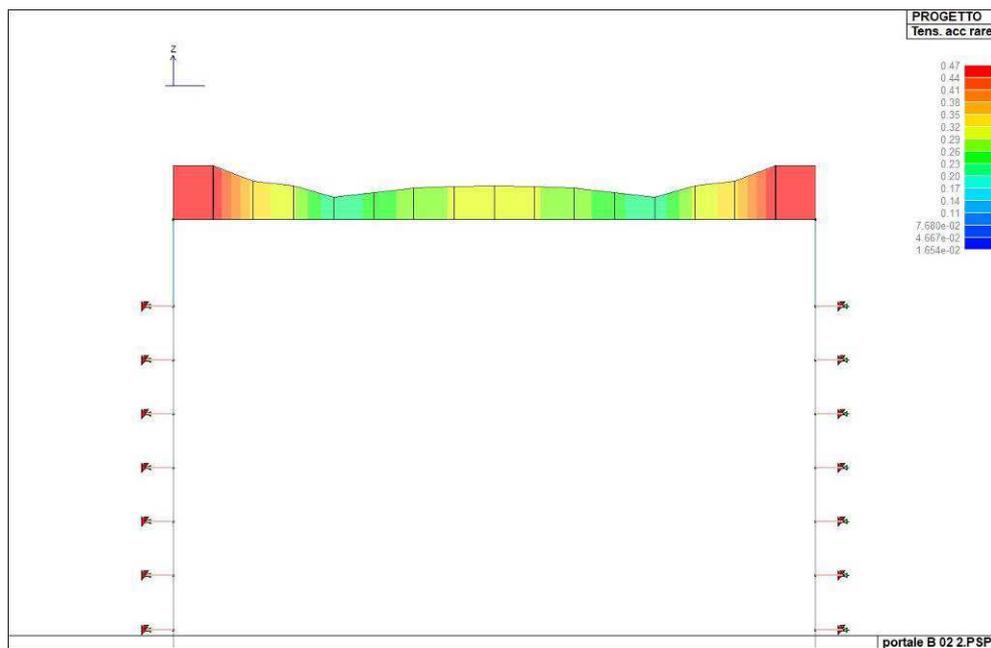


Figura 107. *Indice di verifica della tensione dell'acciaio per combinazioni rare*

APPALTATORE: <u>Mandatária:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 159 di 178

13.1.3 Fodere

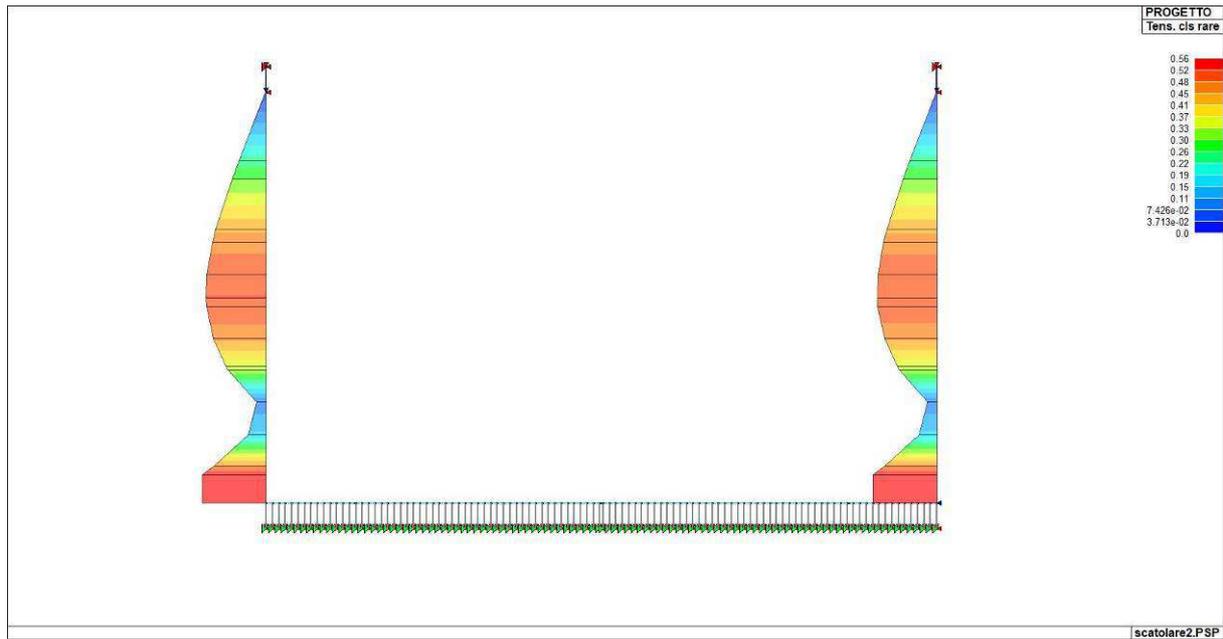


Figura 108. *Indice di verifica della tensione del calcestruzzo per combinazioni rare*

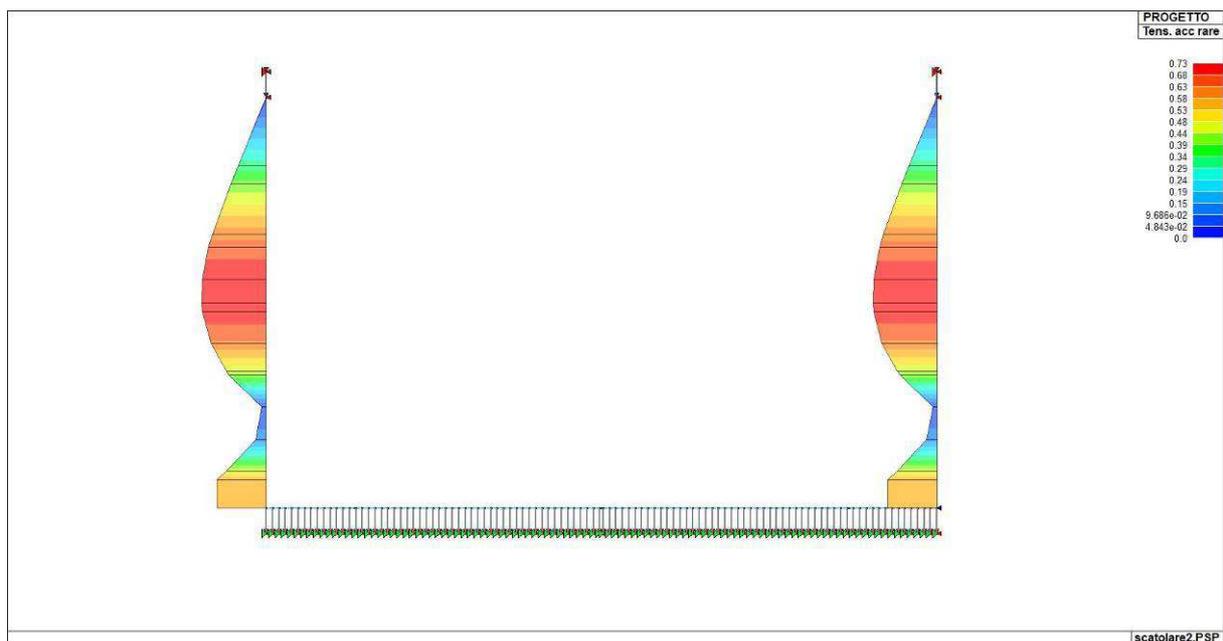


Figura 109. *Indice di verifica della tensione dell'acciaio per combinazioni rare*

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006		

13.1.4 Solettone di fondazione

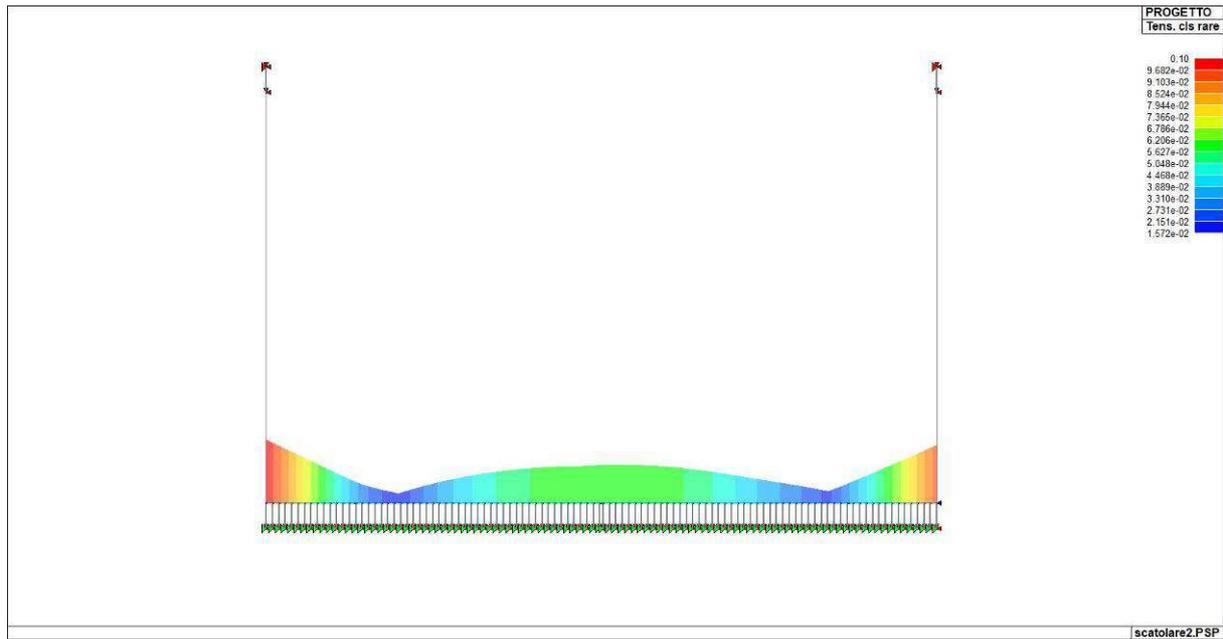


Figura 110. *Indice di verifica della tensione del calcestruzzo per combinazioni rare*

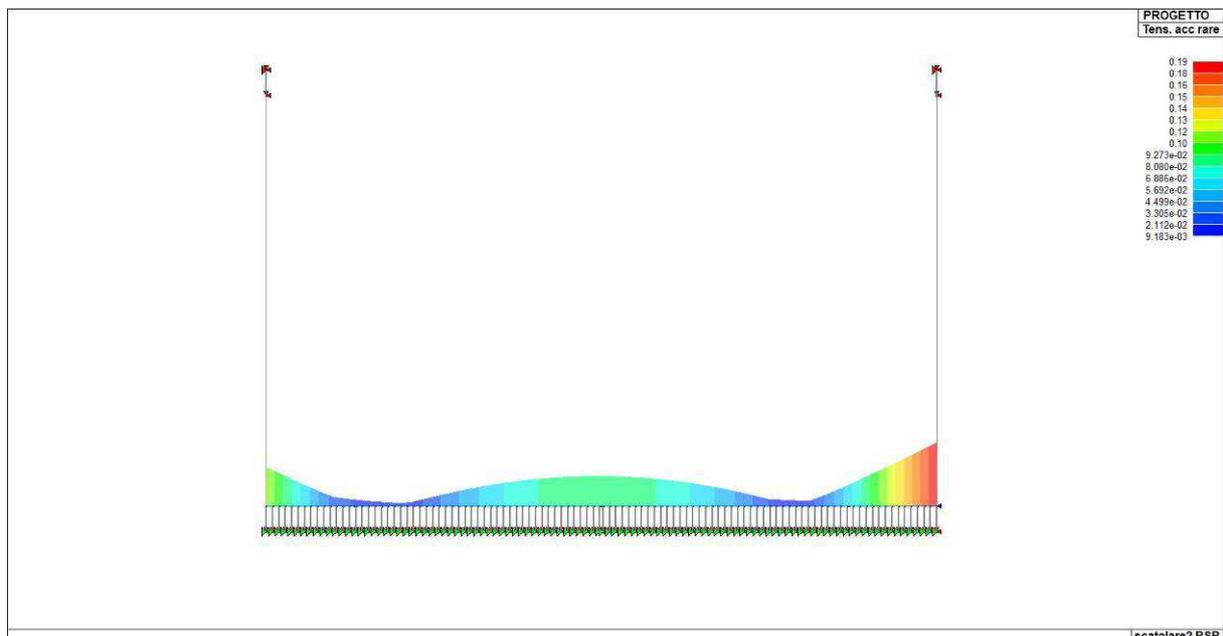


Figura 111. *Indice di verifica della tensione dell'acciaio per combinazioni rare*

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 161 di 178

14 VERIFICHE DI PORTANZA DEI DIAFRAMMI

Si riportano le verifiche di portanza dei diaframmi, mediante confronto tra i valori desunti dalla curva di capacità portante e le sollecitazioni agenti sul diaframma per la combinazione più gravosa.

Nel caso della sezione B in oggetto tra la PK 0+730 e 0+790 circa, sul profilo stratigrafico è presente una lente di terreno suscettibile di liquefazione in fase sismica. Conseguentemente la verifica di portata è stata distinta in due fasi:

- carico massimo per combinazioni SLU, in fase statica, con curve di portata correnti;
- carico massimo per combinazioni SLV, in fase sismica, con curve di portata penalizzate dalla liquefazione della lente di terreno prevista.

14.1 Diaframmi combinazione SLU

Si riporta di seguito lo sforzo normale massimo agente sui diaframmi in corrispondenza del solettone di fondo per la combinazione maggiormente gravosa.

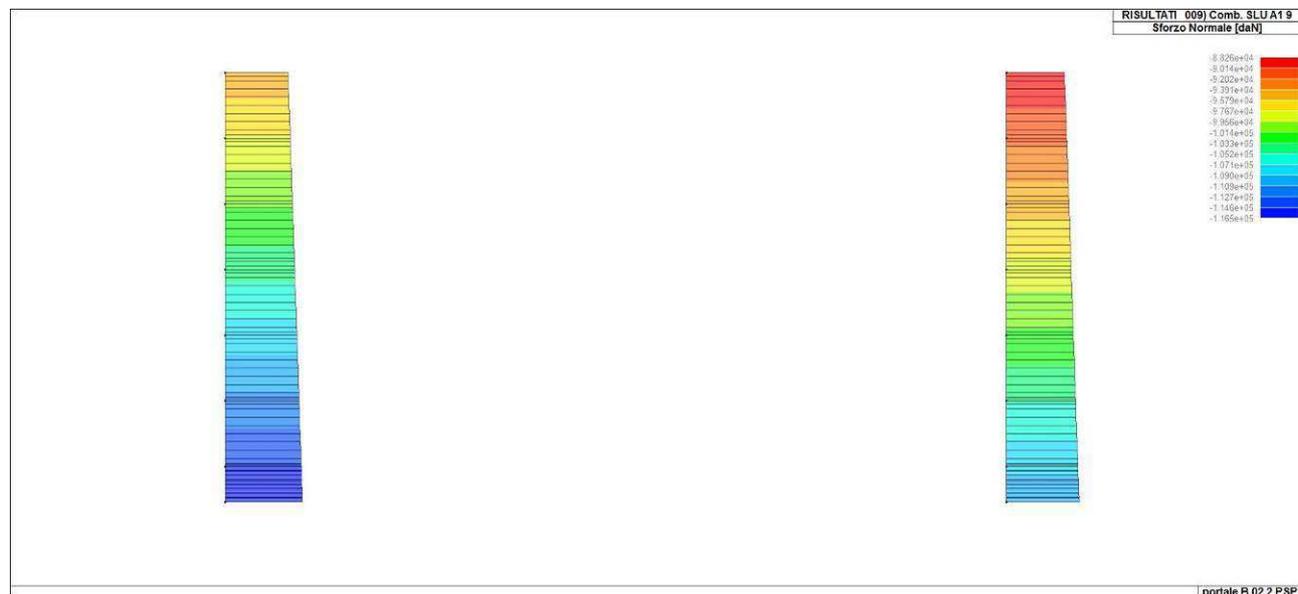


Figura 112. Sforzo normale massimo sui diaframmi combinazione SLU

L'azione assiale massima sui diaframmi laterali risulta pari a 1165 kN.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL GA.01.B0.006 B 162 di 178

GA01 - SEZ TIPO B (laterale) - A1+M1+R3 - VERIFICA CARICO LIMITE DIAFRAMMA - Sp = 1m

a. Dati di calcolo

sp	spessore diaframma	1.00 m	
Deq	diametro equivalente	1.13 m	
Ap	Area base diaframma	1.00 mq	
s	Superficie laterale del diaframma	2.00 m	
zw	Profondità della falda dal p.c.	6.50 m	Altezza terreno da p.d.i. [m] 3.5
zp	Quota testa diaframma (di calcolo)	10.00 m	
FSL	Fattore di sicurezza per la portata laterale (x3-gs)	1.61	
FSB	Fattore di sicurezza per la portata di base (x3-gb)	1.89	

b. Parametri geotecnici

strato	Formazione	spessore strato (m)	zbase strato (m da pc)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	Nq*	Q _{blim} (kPa)	τ_{lim} (kPa)	Note
1	DI	6.5	6.5	16	30			150	zona scavata
2	Po	5.0	11.5	16	33	15	1275	150	
3	Po	5.0	16.5	16	34	15	2125	150	
4	Po	10.0	26.5	16	35	15	2465	150	
5	Po	10.0	36.5	16	35	15	2550	150	
6	Po	13.5	50.0	16	35	15	4300	150	

c. Calcolo carico limite

z da p.c. [m]	Lp [m]	β [-]	$\sigma'v$ [kPa]	τ_i [kPa]	QII [kN]	qbl [kPa]	Qbl [kN]	Wp [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]
0.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
7.0	-	-	3	2	0	0	0	0	0	0
7.5	-	-	6	5	0	0	0	0	0	0
8.0	-	-	9	7	0	0	0	0	0	0
8.5	-	-	12	10	0	0	0	0	0	0
9.0	-	-	15	12	0	0	0	0	0	0
9.5	-	-	18	14	0	0	0	0	0	0
10.0	0.0	0.80	21	17	0	0	0	0	0	0
10.5	0.5	0.80	24	19	18	360	360	5	374	196
11.0	1.0	0.80	27	22	38	405	405	9	434	226
11.5	1.5	0.80	30	24	61	450	450	14	498	259
12.0	2.0	0.77	33	25	86	495	495	18	563	292
12.5	2.5	0.74	36	27	112	540	540	23	629	326
13.0	3.0	0.71	39	28	139	585	585	27	697	361
13.5	3.5	0.68	42	29	167	630	630	32	766	396
14.0	4.0	0.65	45	29	196	675	675	36	835	432
14.5	4.5	0.62	48	30	226	720	720	41	905	468
15.0	5.0	0.59	51	30	256	765	765	45	976	505
15.5	5.5	0.56	54	30	286	810	810	50	1046	542
16.0	6.0	0.53	57	30	316	855	855	54	1117	578
16.5	6.5	0.50	60	30	346	900	900	59	1188	615
17.0	7.0	0.48	63	30	376	945	945	63	1258	652
17.5	7.5	0.46	66	30	406	990	990	68	1329	689
18.0	8.0	0.44	69	30	437	1035	1035	72	1400	725
18.5	8.5	0.42	72	30	467	1080	1080	77	1471	762
19.0	9.0	0.40	75	30	497	1125	1125	81	1541	799
19.5	9.5	0.38	78	30	527	1170	1170	86	1612	835
20.0	10.0	0.36	81	29	556	1215	1215	90	1681	871
20.5	10.5	0.34	84	29	585	1260	1260	95	1751	907
21.0	11.0	0.32	87	28	614	1305	1305	99	1820	943
21.5	11.5	0.30	90	27	641	1350	1350	104	1887	978
22.0	12.0	0.30	93	28	668	1395	1395	108	1955	1013
22.5	12.5	0.30	96	29	697	1440	1440	113	2024	1048
23.0	13.0	0.30	99	30	726	1485	1485	117	2094	1085
23.5	13.5	0.30	102	31	756	1530	1530	122	2165	1121
24.0	14.0	0.30	105	32	787	1575	1575	126	2236	1158
24.5	14.5	0.30	108	32	819	1620	1620	131	2309	1196

Tabella 13. Valori di capacità portante del diaframma in funzione della lunghezza utile

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B
				PAGINA 163 di 178		

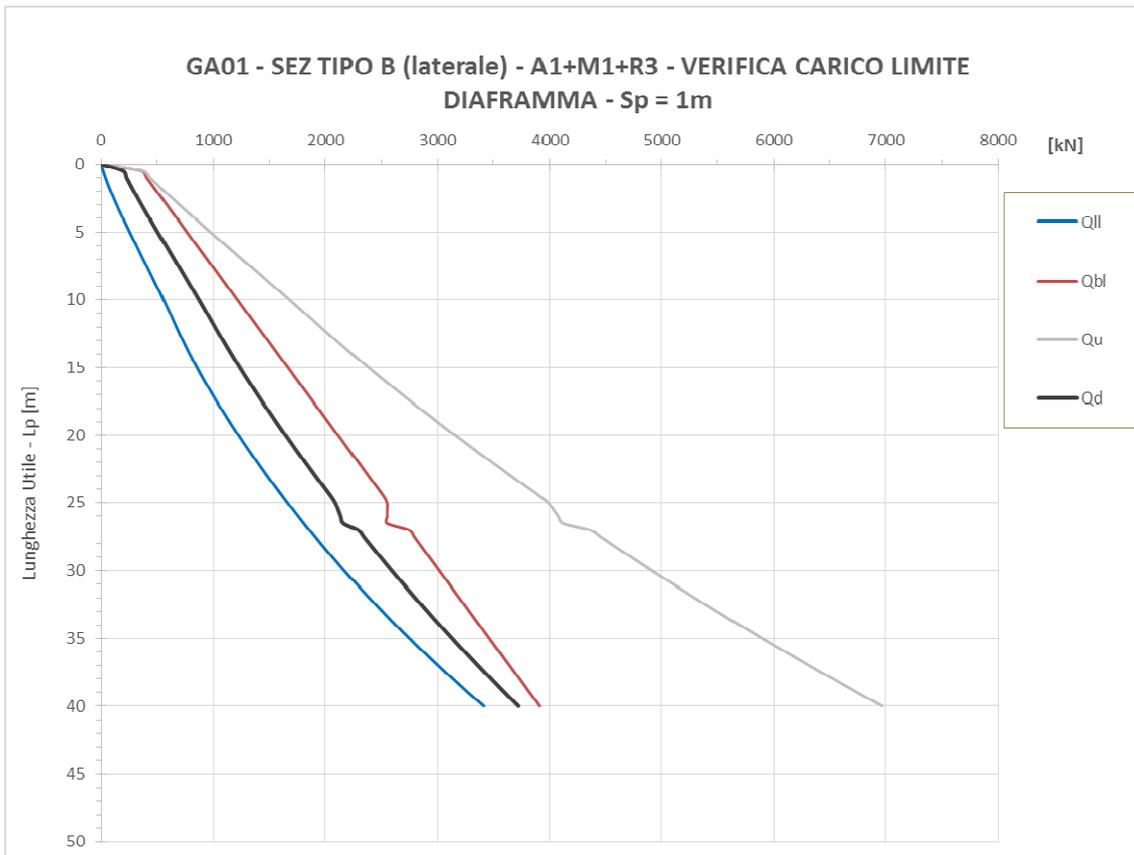


Figura 113. Curva di capacità portante diaframma laterale sezione B

Lunghezza totale diaframma = $L_p + H \text{ scavo} = 14,5 \text{ m} + 7,11 \text{ m} = 21,61 \text{ m} \rightarrow 22 \text{ m}$

$Q_{slu} = 1165 \text{ kN} < 1196 \text{ kN}$

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 164 di 178

14.2 Diaframmi combinazione SLV

Si riporta di seguito lo sforzo normale massimo agente sui diaframmi in corrispondenza del solettone di fondo per la combinazione maggiormente gravosa.



Figura 114. Sforzo normale massimo sui diaframmi combinazione SLV

L'azione assiale massima sui diaframmi laterali risulta pari a 807 kN.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL GA.01.B0.006 B 165 di 178

GA01 - SEZ TIPO B (laterale) - A1+M1+R3 - LIQUEFAZIONE - VERIFICA CARICO LIMITE DIAFRAMMA - Sp = 1m

a. Dati di calcolo

sp	spessore diaframma	1.00 m
Deq	diámetro equivalente	1.13 m
Ap	Area base diaframma	1.00 mq
s	Superficie laterale del diaframma	2.00 m
zw	Profondità della falda dal p.c.	6.50 m
zp	Quota testa diaframma (di calcolo)	10.00 m
FSL	Fattore di sicurezza per la portata laterale (x3-gs)	1.61
FSB	Fattore di sicurezza per la portata di base (x3-gb)	1.89

Altezza terreno da p.d.i. [m] 3.5

b. Parametri geotecnici

strato	Formazione	spessore strato (m)	zbase strato (m da pc)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)
1	DI	6.5	6.5	16	30
2	Po	5.0	11.5	16	33
3	Po	5.0	16.5	16	34
4	Po	10.0	26.5	16	35
5	Po	10.0	36.5	16	35
6	Po	13.5	50.0	16	35

	Nq*	Q _{bim} (kPa)	τ_{lim} (kPa)	Note
	(-)		0	zona scavata
	15	0	0	liquefazione
	15	0	0	liquefazione
	15	2465	150	
	15	2550	150	
	15	4300	150	

c. Calcolo carico limite

z da p.c. [m]	Lp [m]	β [-]	$\sigma'v$ [kPa]	τ_i [kPa]	QII [kN]	qbl [kPa]	Qbl [kN]	Wp [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]
0.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
7.0	-	-	3	0	0	0	0	0	0	0
7.5	-	-	6	0	0	0	0	0	0	0
8.0	-	-	9	0	0	0	0	0	0	0
8.5	-	-	12	0	0	0	0	0	0	0
9.0	-	-	15	0	0	0	0	0	0	0
9.5	-	-	18	0	0	0	0	0	0	0
10.0	0.0	0.80	21	0	0	0	0	0	0	0
10.5	0.5	0.80	24	0	0	0	0	5	0	0
11.0	1.0	0.80	27	0	0	0	0	9	0	0
11.5	1.5	0.80	30	0	0	0	0	14	0	0
12.0	2.0	0.77	33	0	0	0	0	18	0	0
12.5	2.5	0.74	36	0	0	0	0	23	0	0
13.0	3.0	0.71	39	0	0	0	0	27	0	0
13.5	3.5	0.68	42	0	0	0	0	32	0	0
14.0	4.0	0.65	45	0	0	0	0	36	0	0
14.5	4.5	0.62	48	0	0	0	0	41	0	0
15.0	5.0	0.59	51	0	0	0	0	45	0	0
15.5	5.5	0.56	54	0	0	0	0	50	0	0
16.0	6.0	0.53	57	0	0	0	0	54	0	0
16.5	6.5	0.50	60	0	0	0	0	59	0	0
17.0	7.0	0.48	63	30	15	945	945	63	897	427
17.5	7.5	0.46	66	30	45	990	990	68	968	464
18.0	8.0	0.44	69	30	76	1035	1035	72	1039	501
18.5	8.5	0.42	72	30	106	1080	1080	77	1110	538
19.0	9.0	0.40	75	30	136	1125	1125	81	1180	575
19.5	9.5	0.38	78	30	166	1170	1170	86	1251	611
20.0	10.0	0.36	81	29	195	1215	1215	90	1320	647
20.5	10.5	0.34	84	29	224	1260	1260	95	1390	683
21.0	11.0	0.32	87	28	252	1305	1305	99	1458	719
21.5	11.5	0.30	90	27	280	1350	1350	104	1526	754
22.0	12.0	0.30	93	28	307	1395	1395	108	1594	789
22.5	12.5	0.30	96	29	336	1440	1440	113	1663	824

Tabella 14. Valori di capacità portante del diaframma in funzione della lunghezza utile

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 166 di 178

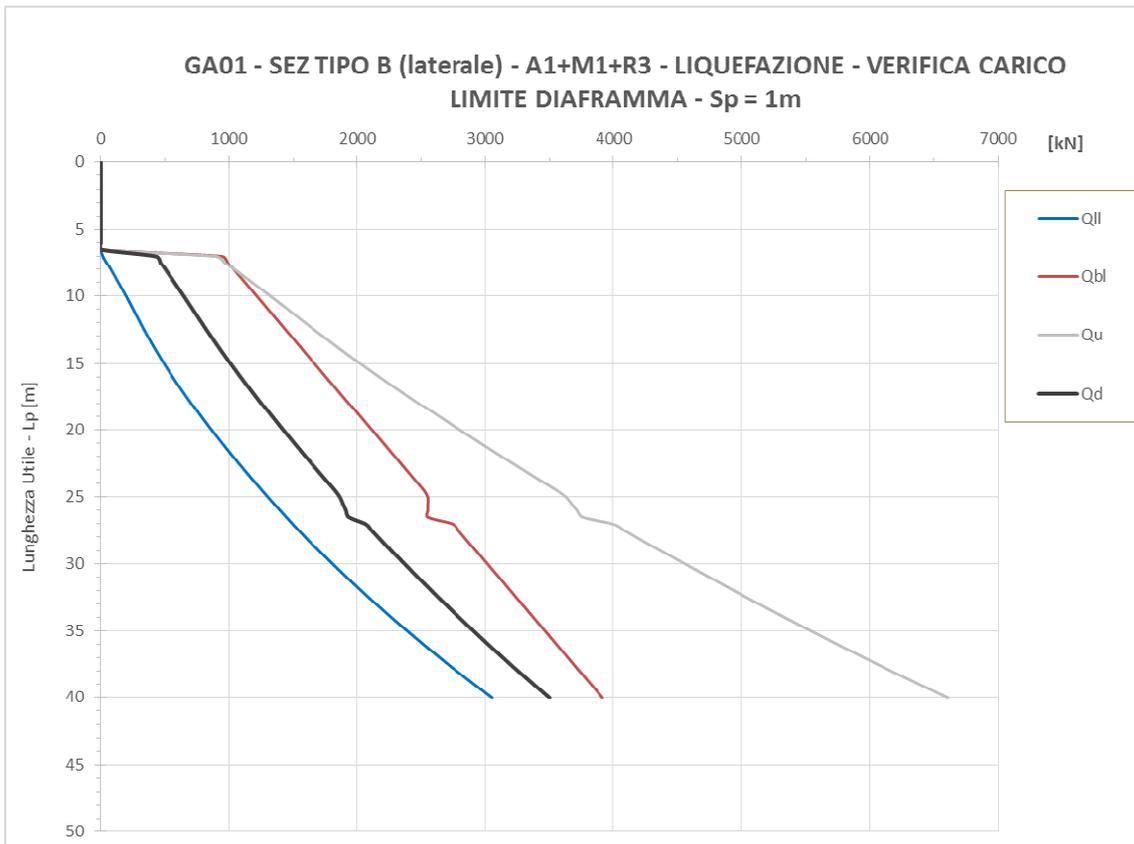


Figura 115. Curva di capacità portante diaframma laterale sezione B

Lunghezza totale diaframma = $L_p + H_{\text{scavo}} = 12,5 \text{ m} + 7,11 \text{ m} = 19,61 \text{ m} \rightarrow 20 \text{ m}$

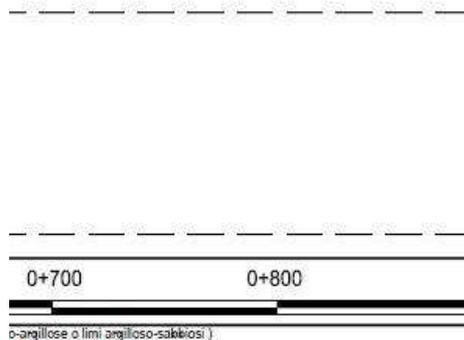
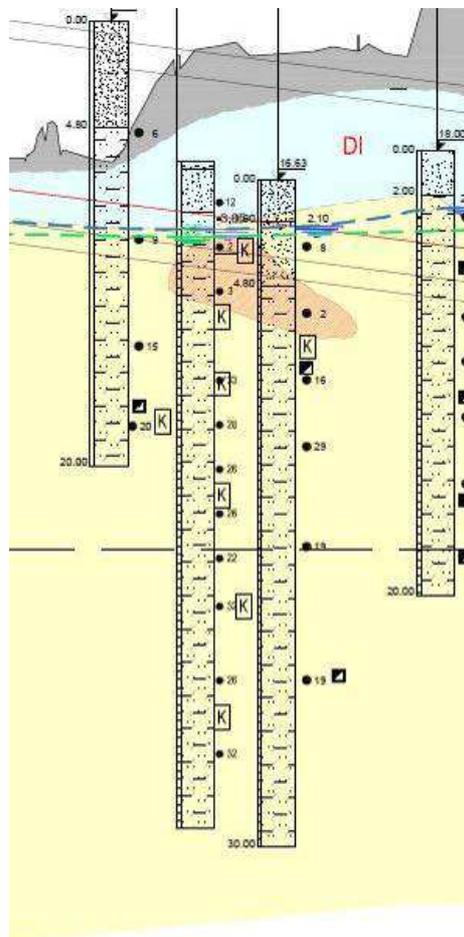
$Q_{slu} = 807 \text{ kN} < 824 \text{ kN}$

La verifica dimensionante è quella per combinazioni SLU, in fase statica, pertanto si adotta una lunghezza di 22 m.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 167 di 178
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						

15 VALUTAZIONE EFFETTO LIQUEFAZIONE

Come appena segnalato per la verifica di portanza dei diaframmi, nel caso della sezione B in oggetto tra la PK 0+730 e 0+790 circa, sul profilo stratigrafico è presente una lente di terreno suscettibile di liquefazione in fase sismica.



Estratto del profilo geotecnico in corrispondenza del tratto in oggetto

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	<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.B0.006</td> <td>B</td> <td>168 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	168 di 178
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	168 di 178								

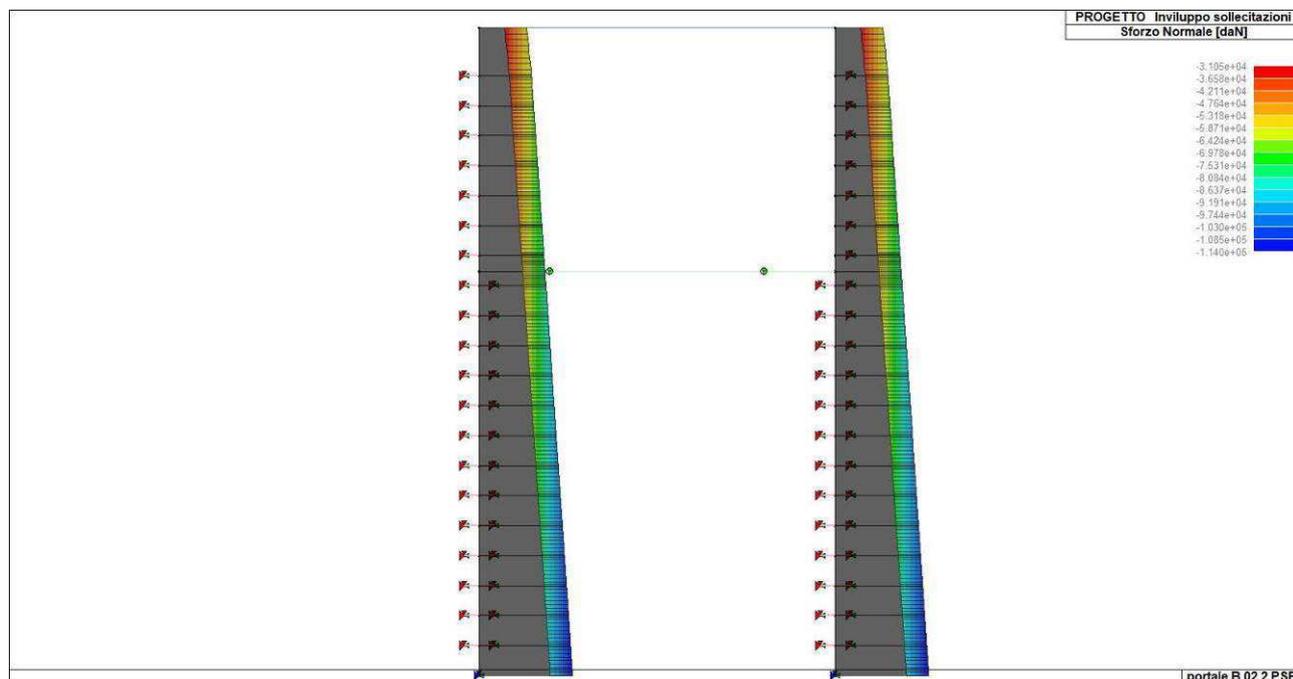
Conseguentemente si è condotta una verifica per le combinazioni sismiche SLV penalizzando il terreno compreso entro la lente suscettibile di liquefazione. Il modello già descritto analizzato e verificato è stato modificato solamente per l'annullamento della costante elastica delle molle che simulano la risposta del terreno comprese entro lo spessore suscettibile di liquefazione.

- carico massimo per combinazioni SLU, in fase statica, con curve di portata correnti;
- carico massimo per combinazioni SLV, in fase sismica, con curve di portata penalizzate dalla liquefazione della lente di terreno prevista.

Si riportano in forma sintetica grafica l'inviluppo delle sollecitazioni sul sistema diaframma/piedritto, sempre meno gravose di quelle dovute dall'inviluppo delle sollecitazioni SLU e SLV desunte dalla modellazione principale già esposta e verificata.

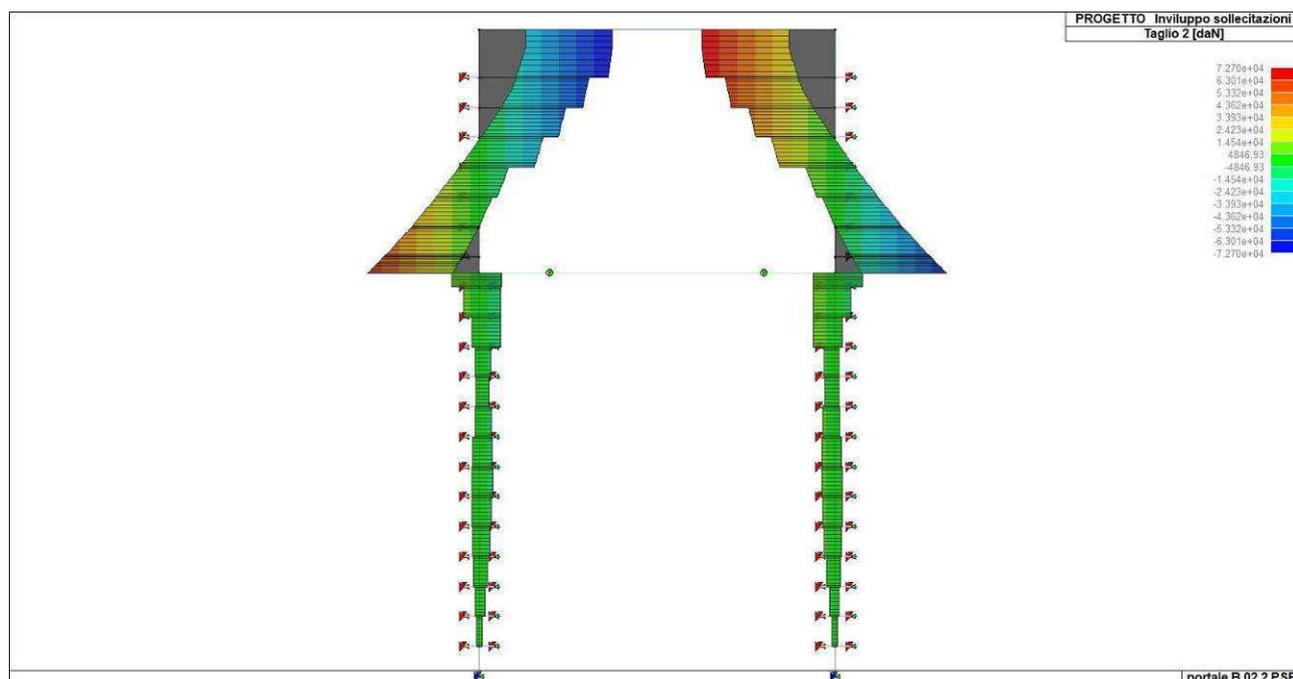
Si riportano inoltre gli indici di verifica a SLU (pressoflessione e taglio) ottenuti mantenendo la stessa armatura già esposta nei paragrafi precedenti, visto che le sollecitazioni sono sempre meno gravose le verifiche sono naturalmente tutte soddisfatte

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	169 di 178



portale B 02 2.PSP

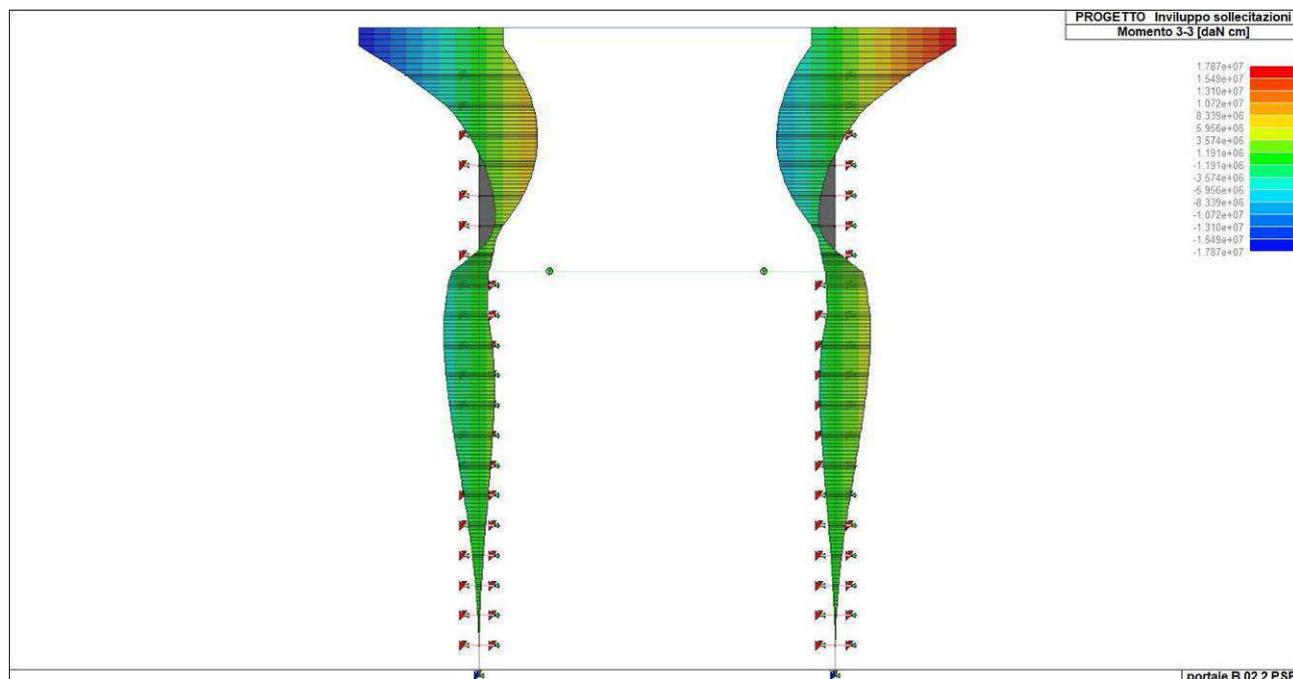
Involuppo azione assiale per combinazioni SLV con liquefazione.



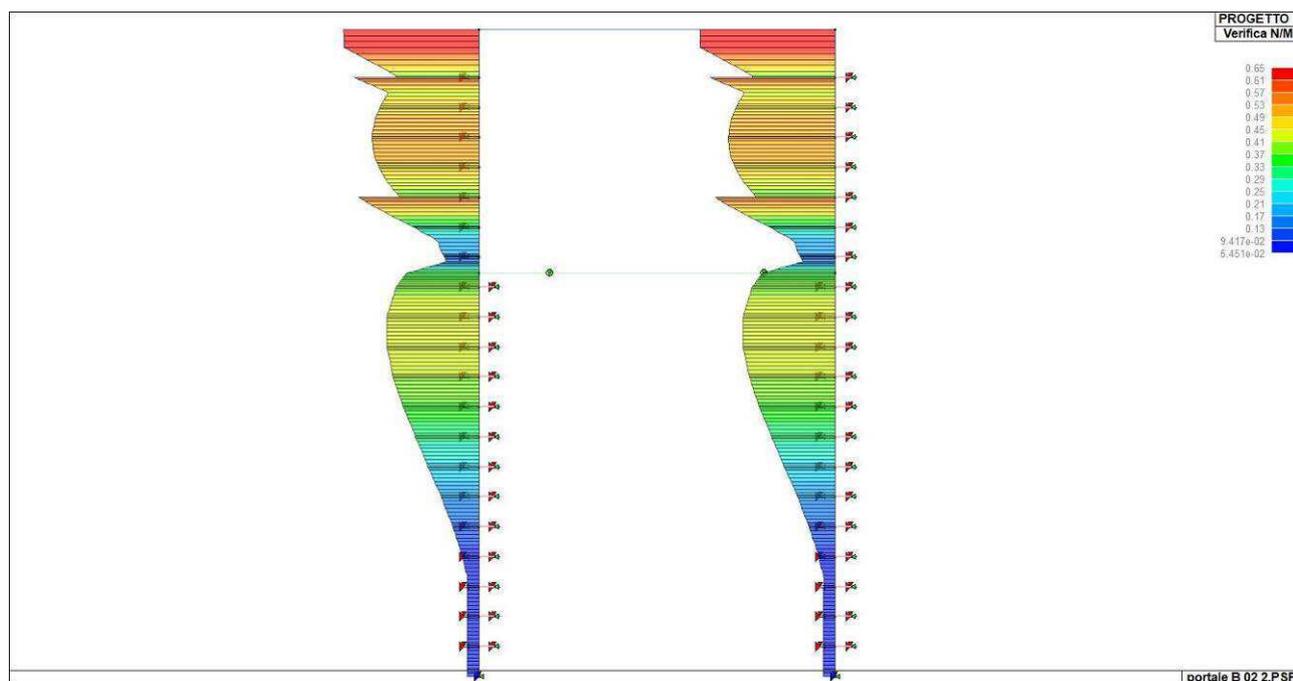
portale B 02 2.PSP

Involuppo taglio per combinazioni SLV con liquefazione.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 170 di 178

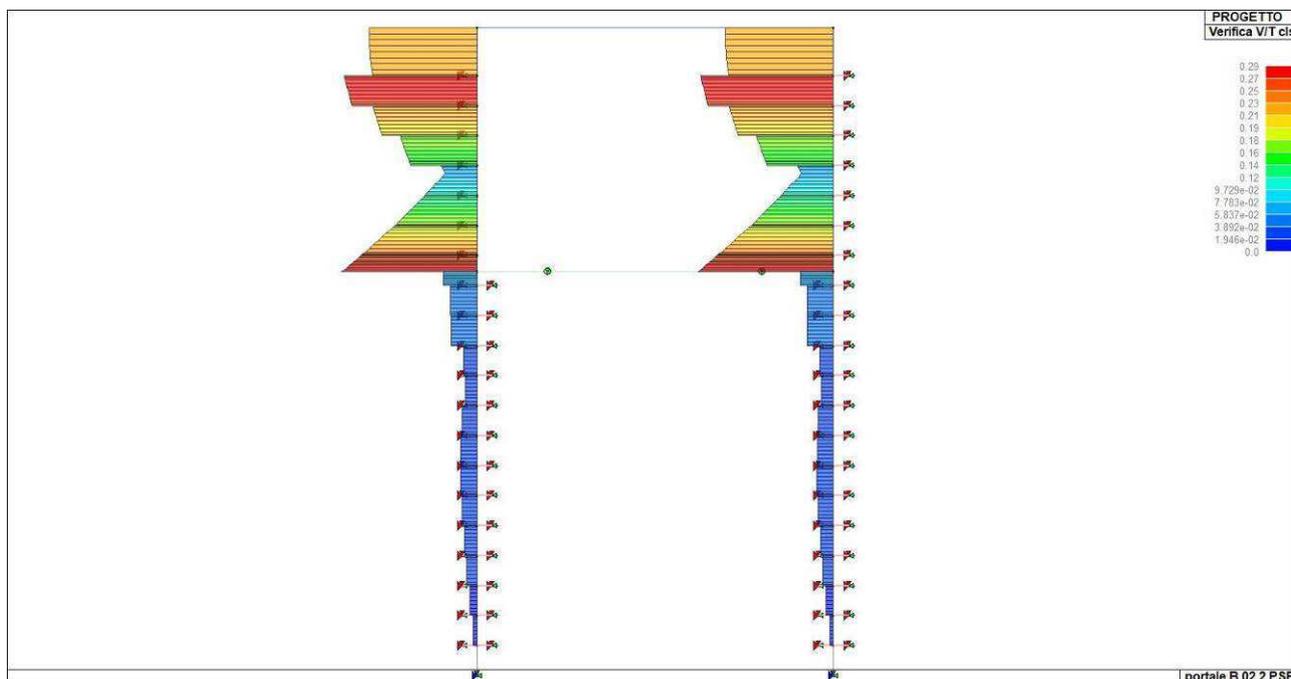


Inviluppo momento flettente per combinazioni SLV con liquefazione.

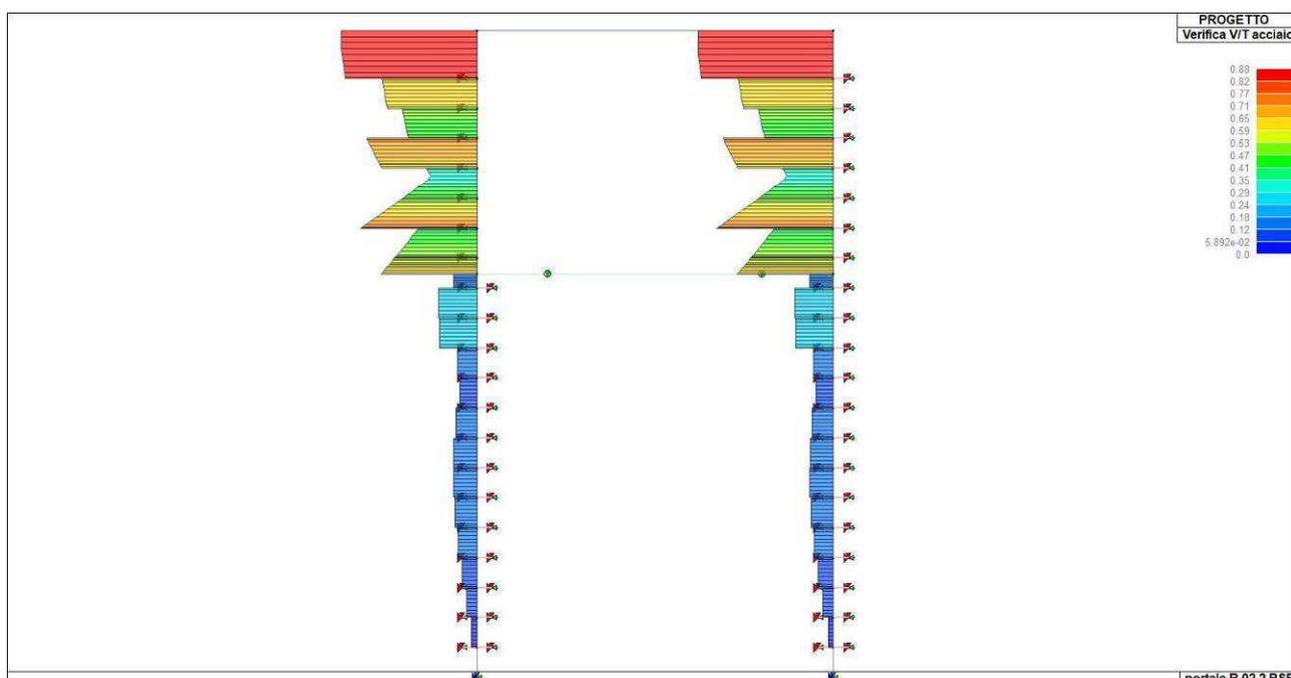


Indice di verifica a pressoflessione per combinazioni SLV con liquefazione.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. PAGINA B 171 di 178



Indice di verifica a taglio lato cls per combinazioni SLV con liquefazione.



Indice di verifica a taglio lato acciaio combinazioni SLV con liquefazione.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 172 di 178

16 SPOSTAMENTI SUGLI EDIFICI

I movimenti del terreno a tergo delle paratie vengono generalmente interpretati mediante i seguenti due cinematismi elementari:

Cinematismo tipo "a sbalzo"

Nel caso di opere di sostegno non contrastate, ovvero nella fase iniziale degli scavi prima dell'installazione del primo livello di contrasti, la parete mostra la tipica deformata di strutture a sbalzo, con spostamenti orizzontali decrescenti all'aumentare della profondità. In tali condizioni il terreno a tergo subisce degli spostamenti che risultano circa proporzionali all'inverso della distanza dalla parete, con una distribuzione circa triangolare.

Cinematismo tipo "profondo"

Quando il movimento della parte superiore della struttura è impedito dalla presenza di uno o più livelli di supporti, la distribuzione degli spostamenti nel terreno è caratterizzata da movimenti profondi, al di sotto del piano di scavo. La deformata incrementale della parete presenta uno spanciamento con spostamenti orizzontali massimi nell'intorno del fondo scavo (movimenti profondi). In tale circostanza i movimenti del piano campagna crescono con la distanza dalla parete fino ad un valore massimo per poi diminuire nuovamente ed annullarsi oltre una certa distanza limite.

La composizione di questi due cinematismi da luogo a cinematismi composti.

I metodi empirici attualmente disponibili in letteratura tendono a correlare gli spostamenti verticali massimi del piano campagna ($S_{v,max}$) con gli spostamenti orizzontali massimi della parete ($S_{w,max}$), questi ultimi di più facile determinazione.

La correlazione proposta da Mana & Clough (1981), successivamente modificata da Pane & Tamagnini (1997) sulla base di numerosi case-histories documentati in letteratura, con altezze di scavo comprese tra 6 m e 60 m, distinguendo le misure in base al cinematismo esibito dalla parete appunto di tipo "a sbalzo" o "profondo".

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 173 di 178

L'interpolazione lineare dei dati sperimentali disponibili fornisce un relazione:

$$\frac{S_{v,\max}}{S_{w,\max}} \approx 0.94 \div 0.64$$

Il limite superiore del rapporto si riferisce a strutture con cinematismo "*profondo*" e costituisce una correlazione molto soddisfacente dei risultati. Il valore inferiore fa riferimento a cinematismi di tipo "*a sbalzo*", i cui dati sperimentali sono meno numerosi e più dispersi. In generale si assume in via cautelativa:

$$\frac{S_{v,\max}}{S_{w,\max}} \approx 1.0 \div 0.7$$

Noto lo spostamento verticale massimo una stima dei movimenti al piano campagna può essere fatta mediante i profili di subsidenza normalizzati, espressi in termini di distanza relativa X/H pari al rapporto tra la distanza dalla parete di sostegno (X) e la profondità di fondo scavo (H).

Per le strutture di sostegno non contrastate in cui prevale un comportamento deformativo "*a sbalzo*", il profilo di subsidenza può essere determinato con una forma circa triangolare che si estende fino ad una distanza pari a 2·H, ove H è la massima profondità di scavo. In questo caso, la distorsione angolare media a tergo della paratia sarà quindi la seguente:

$$\beta = \frac{S_{v,\max}}{2H} = \frac{0.7 S_{w,\max}}{2H}$$

Si riporta quello proposto sempre da Mana & Clough (1981), successivamente modificato da Pane & Tamagnini (1997) per strutture contrastate ovvero caratterizzate da cinematismi prevalentemente "*profondi*". In questo caso le misure sperimentali sono ben approssimate da un involucro di forma trapezoidale che si estende fino ad una distanza pari a 2·H dalla parete e presenta un gradiente costante in corrispondenza della zona $0.75 \cdot H < X < 2 \cdot H$. Quindi la distorsione angolare media a tergo della paratia sarà la seguente:

$$\beta = \frac{S_{v,\max}}{1.25H} = \frac{S_{w,\max}}{1.25H}$$

Nel caso di edifici si dovrà quindi verificare che le distorsioni angolari non superino i valori ammissibili. In letteratura i valori di distorsioni angolari ammissibili per le strutture portanti sono indicati in $1/300 \div 1/250$ ($3.3 \div 4.0$ ‰); mentre per le murature di tamponamento i valori scendono a $1/500 \div 1/300$ ($2.0 \div 3.0$ ‰).

APPALTATORE: Mandataria: <u>SALINI IMPREGILO S.p.A.</u> Mandante: <u>ASTALDI S.p.A.</u>	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: <u>SYSTRA S.A.</u> Mandante: <u>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</u> <u>ROCKSOIL S.p.A.</u>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL GA.01.B0.006 B 174 di 178
PROGETTO ESECUTIVO INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	

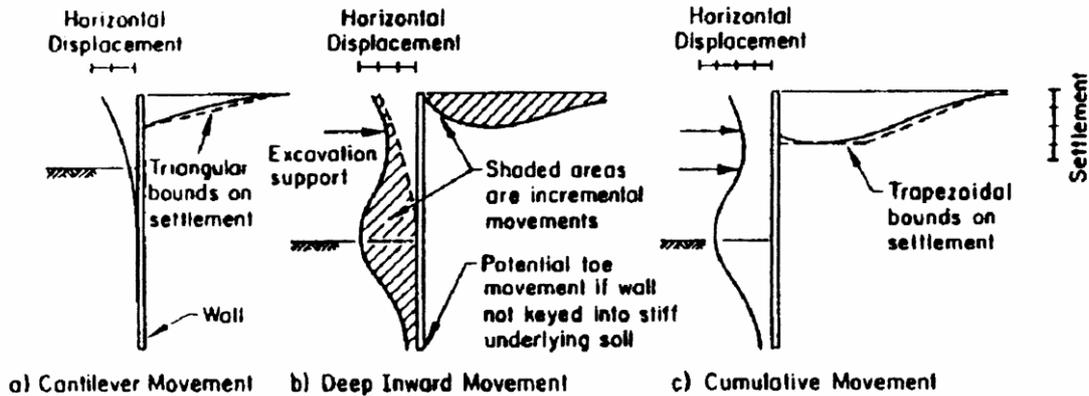


Figura 116. Cinematismi tipo (Clough & O'Rourke, 1990)

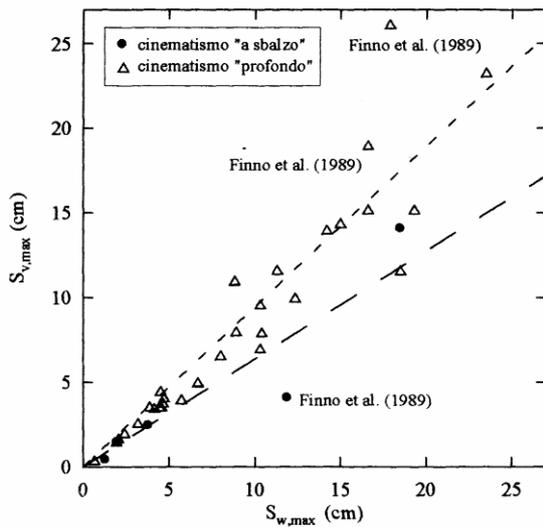


Figura 117. Correlazione tra cedimento massimo del piano campagna e spostamento max della parete (Pane e Tamagnini, 1997 dopo Mana & Clough, 1981)

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	<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.B0.006</td> <td>B</td> <td>175 di 178</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	175 di 178
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	GA.01.B0.006	B	175 di 178								

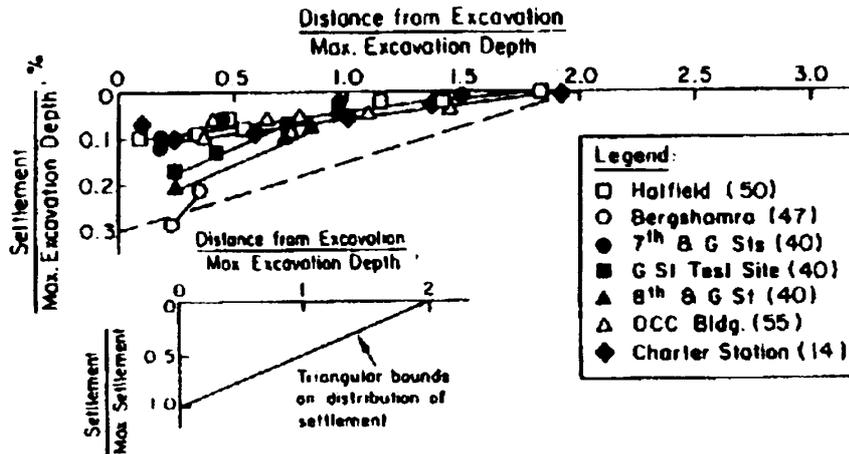


Figura 118. *Spostamenti verticali misurati in funzione della distanza dalla parete (Clough & O'Rourke, 1990)*

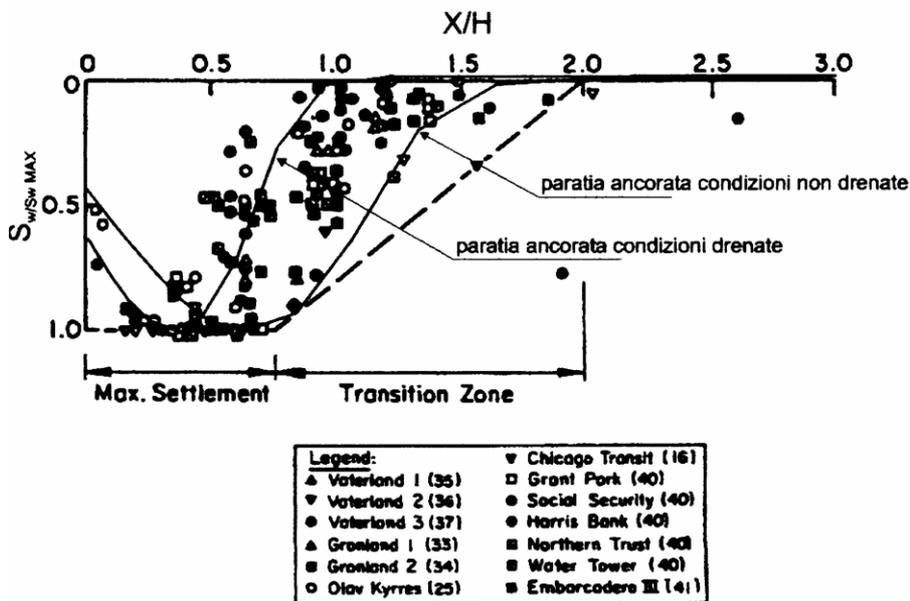


Figura 119. *Profili di subsidenza normalizzati (Pane & Tamagnini, 1997 Mana & Clough, 1981)*

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 176 di 178				

Dunque, avendo uno spostamento orizzontale $S_{w,max}$ massimo di 3.9 mm, si può determinare lo spostamento verticale massimo $S_{v,max}$ atteso a tergo dei diaframmi e, in funzione dell'altezza di scavo H, una stima della distorsione angolare media β sugli edifici. Tali risultati sono esposti nella seguente tabella, per un cinematismo di tipo "profondo":

H scavo	Sw max	Sv/Sw	Sv max	β
m	mm		mm	‰
11.2	3.9	1	3.9	0.28

In letteratura i valori di distorsioni angolari ammissibili per le strutture portanti sono indicati in $1/300 \div 1/250$ ($3.3 \div 4.0$ ‰); mentre per le murature di tamponamento i valori scendono a $1/500 \div 1/300$ ($2.0 \div 3.0$ ‰).

Si può quindi concludere che l'entità e la distribuzione dei cedimenti indotti sugli edifici esistenti non sono tali da provocare danni né alle strutture né alle tamponature.

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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.006	REV. B	PAGINA 177 di 178				

17 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 INTERS. FERR. LINEA STORICA - RELAZIONE DI CALCOLO GA E OP	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL GA.01.B0.006 B 178 di 178

SEZIONE B intersezione ferroviaria

Piedritti					
POS.	n. ferri	φ	TOT lungh. (cm)	peso per arm. parziale	83.36 Peso
Esterna corrente - 1° strato	10	24	100	1	35.513
Esterna aggiunta - 2° strato	5	20	100	1	12.331
Interna corrente - 1° strato	10	24	100	1	35.513

γ acciaio	Base	Altezza	Lunghezza	Volume cls	INCIDENZA
kg/m ³	m	m	m	m ³	kg/m ³
7850	1.00	1.45	1.00	1.45	112

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

Soletta copertura					
POS.	n. ferri	φ	TOT lungh. (cm)	peso per arm. parziale	82.87 Peso
Superiore corrente - 1° strato	10	24	100	1	35.513
Superiore aggiunta - 2° strato	6	24	100	0.27	5.682
Inferiore corrente - 1° strato	10	26	100	1	41.678
Armature aggiunte per sole verifiche incendio					
Inferiore aggiunta - 2° strato	5	26	100	1	20.839

γ acciaio	Base	Altezza	Lunghezza	Volume cls	INCIDENZA
kg/m ³	m	m	m	m ³	kg/m ³
7850	1.00	1.20	1.00	1.20	152

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

Diaframmi					
POS.	n. ferri	φ	TOT lungh. (cm)	peso per arm. parziale	58.06 Peso
Esterna corrente - 1° strato	6	24	100	1	21.308
Esterna aggiunta - 2° strato	4	24	100	0.28	3.906
Esterna aggiunta - 2° strato	5	30	100	0.28	7.630
Interna aggiunta - 2° strato	4	24	100	0.28	3.906
Interna corrente - 1° strato	6	24	100	1	21.308

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	113

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

Fodere					
POS.	n. ferri	φ	TOT lungh. (cm)	peso per arm. parziale	22.80 Peso
Esterna corrente - 1° strato	5	16	100	1	7.892
Esterna aggiunta - 2° strato	5	16	100	0.44	3.510
Interna aggiunta - 2° strato	5	16	100	0.44	3.510
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	0.35	1.00	0.35	127

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

Stima delle incidenze