

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

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

SL – SOTTOVIA

SL02 - OPERA DI SCAVALCO CIRCUMVESUVIANA KM 11+007.90

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATI

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

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

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	C	L	S	L	0	2	0	0	0	0	1	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE SECUTIVA	DI PLACIDO	24/04/18	MARTUSCELLI	26/04/18	D'ANGELO	26/04/18	MARTUSCELLI	27/04/18
B	EMISSIONE PER RdV	DI PLACIDO	10/09/18	MARTUSCELLI	11/09/18	D'ANGELO	11/09/18	MARTUSCELLI	12/09/18

File:IF1M.0.0.E.ZZ.CL.SL.02.0.0.001.B.DOC

n. Elab.:

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B 2 di 130

1	PREMESSA.....	6
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	7
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	8
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	12
4.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	12
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	13
5.1	CALCESTRUZZO SOLETTA IMPALCATO $R_{ck} > 40$ MPA (C32/40).....	13
5.2	ACCIAIO D'ARMATURA B450C	13
5.3	ACCIAIO DA CARPENTERIA S355.....	13
5.4	CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI.....	14
6	ANALISI DEI CARICHI.....	15
6.1	CARICHI PERMANENTI.....	15
6.2	AZIONI VARIABILI VERTICALI DA TRAFFICO	16
6.2.1	<i>Azioni da traffico ferroviario.....</i>	16
6.2.2	<i>Incremento dinamico</i>	17
6.2.3	<i>Contemporaneità dei treni sui binari</i>	18
6.2.4	<i>Carichi sui marciapiedi</i>	19
6.3	AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI DA TRAFFICO	19
6.3.1	<i>Forza centrifuga (Q4)</i>	19
6.3.2	<i>Serpeggio (Q5).....</i>	19
6.3.3	<i>Frenatura / Avviamento (Q3).....</i>	20

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 3 di 130

6.4	AZIONE DEL VENTO (Q6)	20
6.5	RESISTENZE PARASSITE DEI VINCOLI (Q7)	21
6.6	AZIONI SISMICHE	21
7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	27
7.1	SIMULTANEITÀ DELLE AZIONI DA TRAFFICO	27
7.2	COMBINAZIONI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....	27
7.3	COMBINAZIONI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	30
8	CRITERI DI VERIFICA	31
8.1	CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) PER GLI ELEMENTI IN C.A.	31
8.1.1	<i>Criteri di verifica per elementi soggetti a flessione e/o sforzo normale..</i>	<i>31</i>
8.1.2	<i>Criteri di verifica per elementi soggetti a taglio.....</i>	<i>33</i>
8.2	CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) PER GLI ELEMENTI IN C.A.	38
8.2.1	<i>Verifiche a fessurazione.....</i>	<i>38</i>
8.2.2	<i>Verifiche tensionali.....</i>	<i>39</i>
8.3	CRITERI DI VERIFICA PER GLI ELEMENTI IN ACCIAIO	40
9	MODELLI DI CALCOLO	41
9.1	DESCRIZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO.....	41
9.2	CARICHI ASSEGNATI.....	43
9.2.1	<i>Analisi sismica</i>	<i>49</i>
9.2.2	<i>Combinazioni.....</i>	<i>54</i>
10	ANALISI DELLA STRUTTURA.....	64

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	4 di 130

10.1	SOLLECITAZIONI IMPALCATI	64
10.1.1	<i>Sollecitazioni allo SLU</i>	64
11	<i>VERIFICHE DI RESISTENZA</i>	68
12	<i>VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ.....</i>	69
12.1	VERIFICA DELLA ROTAZIONE DEGLI APPOGGI	69
12.2	VERIFICA DELLO SGHEMBO.....	69
12.3	VERIFICA DELLA FRECCIA PER CARICHI DINAMIZZATI	70
13	<i>VERIFICHE BANCHINA.....</i>	71
13.1	VERIFICA DELLA PREDALLA (1[^] FASE)	71
13.2	VERIFICA DELLA SOLETTA (2[^] FASE)	75
13.3	VERIFICHE SBALZO	81
13.4	VERIFICHE ALL'URTO	86
14	<i>REAZIONI AGLI APPOGGI</i>	87
14.1.1	<i>Inviluppi delle combinazioni di carico IMPALCATO 1</i>	87
14.1.2	<i>Inviluppi delle combinazioni di carico IMPALCATO 2</i>	96
15	<i>VERIFICA DEI GIUNTI.....</i>	103
16	<i>RITEGNI IMPALCATO 1</i>	104
16.1	RITEGNI TRASVERSALI.....	104
16.2	RITEGNI LONGITUDINALI.....	113
17	<i>RITEGNI IMPALCATO 2</i>	119
17.1	RITEGNI TRASVERSALI.....	119

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 5 di 130

17.2 RITEGNI LONGITUDINALI.....	124
18 CALCOLO INCIDENZA.....	130

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 6 di 130

1 **PREMESSA**

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche dell'impalcato del viadotto ferroviario denominato SL02 e previsto nell'ambito della "Progettazione esecutiva del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite, relative alla TRATTA TAV NAPOLI - CANCELLO".

Il viadotto si sviluppa dalla progressiva 11+007.45 alla progressiva 11+057.75, per una luce complessiva di 50.30 m, con due campate da 22.9 m (luce di calcolo 22.0 m) ed un tratto di 4.5 m sulla pila/spalla centrale S2-S3.

Ogni campata è costituita da due impalcati affiancati, giuntati tra loro. Il primo impalcato (IMPALCATO 1) ha una larghezza complessiva di 25.04 m ed ospita tre binari (due di linea ed uno di precedenza); il secondo impalcato (IMPALCATO 2) ha larghezza pari a 13.8 m e comprende due binari industriali.

La tipologia costruttiva dell'impalcato è a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo.

Le analisi, condotte nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti per l'opera, sono state svolte sulla base delle prescrizioni del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e della Circolare esplicativa del 2 febbraio 2009 n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

Si evidenzia che poiché l'IMPALCATO 1 presenta tre binari, e non essendo quindi per esso applicabile il metodo semplificato con dimensionamento da tabelle (par. 2.9.3 della *Specifica RFI DTC SICS MA SP IFS 001 A*) si è proceduto ad una modellazione agli elementi finiti, che per uniformità è stata estesa anche all'IMPALCATO 2.

Nei paragrafi successivi si riportano le modellazioni, le analisi e le verifiche strutturali condotte con riferimento a ciascuno dei due impalcati affiancati.

Per le verifiche del tratto centrale di impalcato, costituito dal solettone superiore della pila S2-S3, si rimanda alla *Relazione di Calcolo delle spalle* e della pila.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 7 di 130			

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche dell'impalcato del viadotto ferroviario "SL02" inserito tra progr. 11+007.45 e progr. 11+057.7.

Nel seguito si riporta:

- La descrizione dell'opera;
- I documenti di riferimento;
- Le caratteristiche dei materiali utilizzati;
- L'analisi dei carichi;
- Le combinazioni di carico;
- I modelli di calcolo;
- L'analisi strutturale;
- Le verifiche di resistenza.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 8 di 130

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA DESCRIZIONE DELL'OPERA

Come già accennato, il viadotto ha una lunghezza complessiva di 50.3 m e presenta due campate da 22.9 m (luce di calcolo 22.0 m) con schema in semplice appoggio, ed un tratto di 4.36 m sulla pila centrale S2-S3. La pila, infatti, presenta un solettone superiore continuo di spessore pari a 0.60 m che ospita l'impalcato ferroviario nel tratto centrale tra le due campate.

Ognuna delle due campate è costituita da due impalcati affiancati separati da un giunto strutturale di 15 cm aventi la stessa luce di calcolo. Il primo impalcato (IMPALCATO 1) ha una larghezza di 25 m, tale da consentire la disposizione in sequenza di n. 2 binari (tratta ordinaria Cancellò – Napoli), una banchina pedonale con una larghezza di 7.60 m, un binario di precedenza e due sbazi.

Il secondo impalcato (IMPALCATO 2) ha invece una larghezza di 13.8 m, tale da consentire la disposizione in sequenza di n. 2 binari industriali e due sbalzi.

Sul ciglio Nord dell' Impalcato 1 è previsto un parapetto in c.a mentre sul ciglio Sud dell' Impalcato 2 è prevista una barriera antirumore.

Dal punto di vista strutturale, la tipologia costruttiva dell'impalcato è a travi in acciaio a doppio T incorporate nel calcestruzzo. Le travi sono costituite da profili laminati HLM1100 disposti ad un interasse di 0.577 m, con getto in calcestruzzo, al di sopra della piattabanda, di spessore variabile tra 8.5 cm e 16.2, al fine di garantire la pendenza trasversale dell' 1.50%. La parte superiore delle travi è quindi totalmente immersa nel calcestruzzo mentre l'ala inferiore è a vista e trattata con vernice protettiva. Trasversalmente le travi sono collegate da barre passanti attraverso le anime, di diametro $\phi 22$ e $\phi 30$, inoltre, a getto avvenuto, è prevista una post tensione con barre tipo Diwidag.

L'IMPALCATO 1 presenta 36 travi, mentre l'IMPALCATO 2 ne ha 18. In corrispondenza di ciascuna trave, alle due estremità della stessa, sono disposti gli apparecchi di appoggio in acciaio-teflon, che sono quindi in totale 108. Rispetto alle azioni/deformazioni longitudinali, lo schema di vincolo è quello di spalla fissa e pila/spalla mobile. In trasversale invece l'impalcato è vincolato sia sulle spalle che sulla pila centrale.

Per l' Impalcato 1 , sulla spalla, sono presenti 9 vincoli fissi, concentrati nella zona centrale degli impalcati, in una fascia di circa 4.60m. A causa dell' elevata larghezza dell' impalcato, per resistere alle azioni sismiche longitudinale, ai vincoli fissi, sulle spalle, sono stati aggiunti 5+5 vincoli unidirezionali-trasversali. Essi avranno la stessa rigidezza e gli stessi giochi interni degli appoggi fissi.

Ai suddetti 9 vincoli fissi sulle spalle, corrispondono altrettanti vincoli unidirezionali-longitudinali sulla pila centrale S2-S3. I restanti vincoli sulla pila e sulla spalla sono invece di tipo multidirezionale.

L'IMPALCATO 2 presenta anch' esso 9 vincoli fssi sulle spalla e 9 Unidirezionali-longitudinali sulla pila/spalla centrale. I restanti dispositivo sono del tipo multidirezionale.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<p style="text-align: center;">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p style="text-align: center;">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	<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>SL.0.2.00.001</td> <td>B</td> <td>9 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	9 di 130
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	9 di 130								

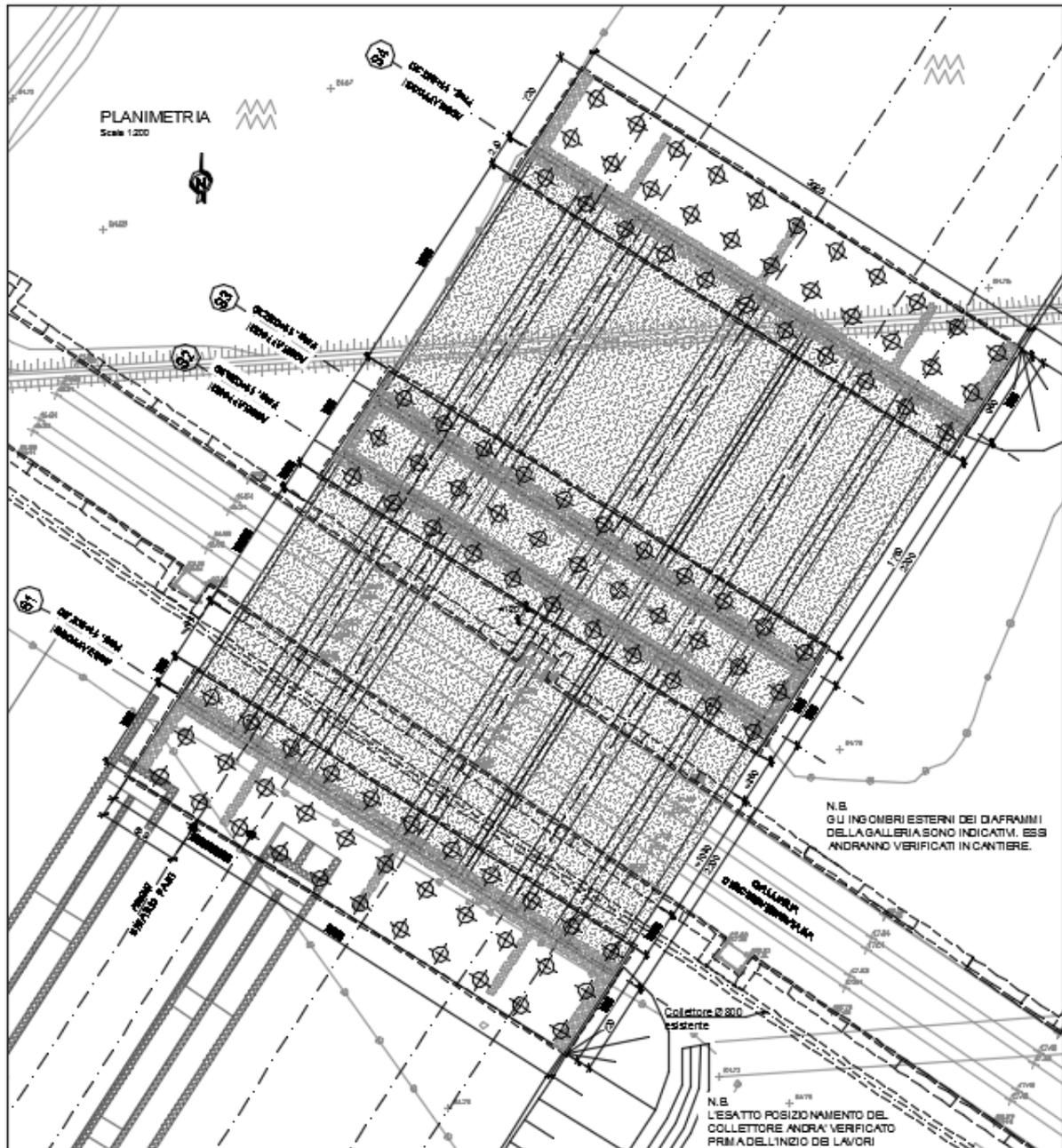


Figura 1 – Stralcio planimetrico

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 10 di 130

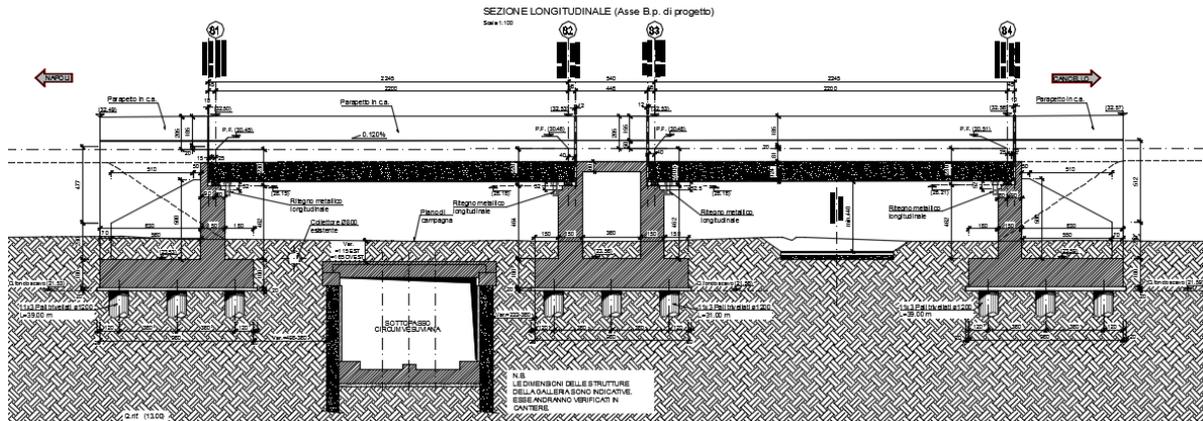


Figura 2 – Sezione longitudinale

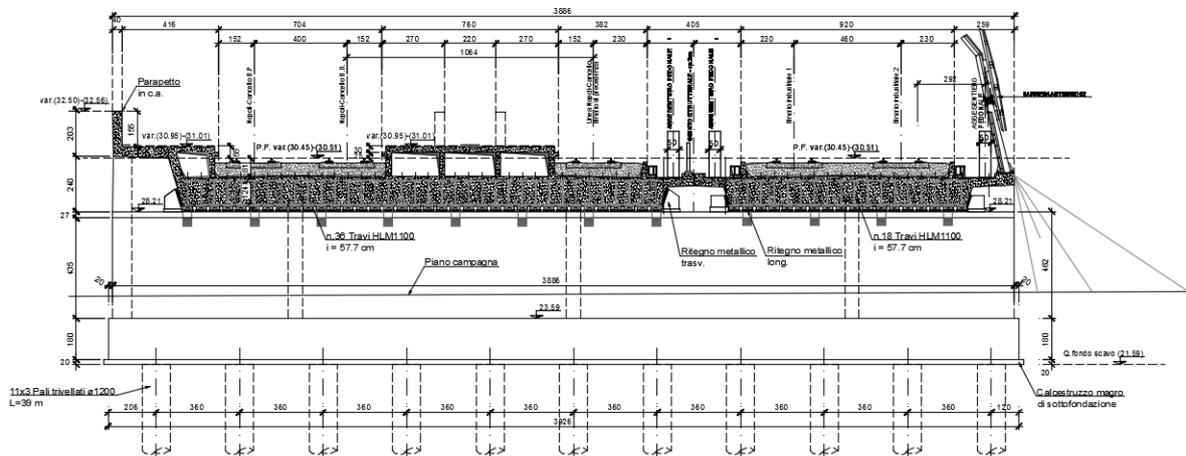


Figura 3 – Sezione trasversale

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 11 di 130

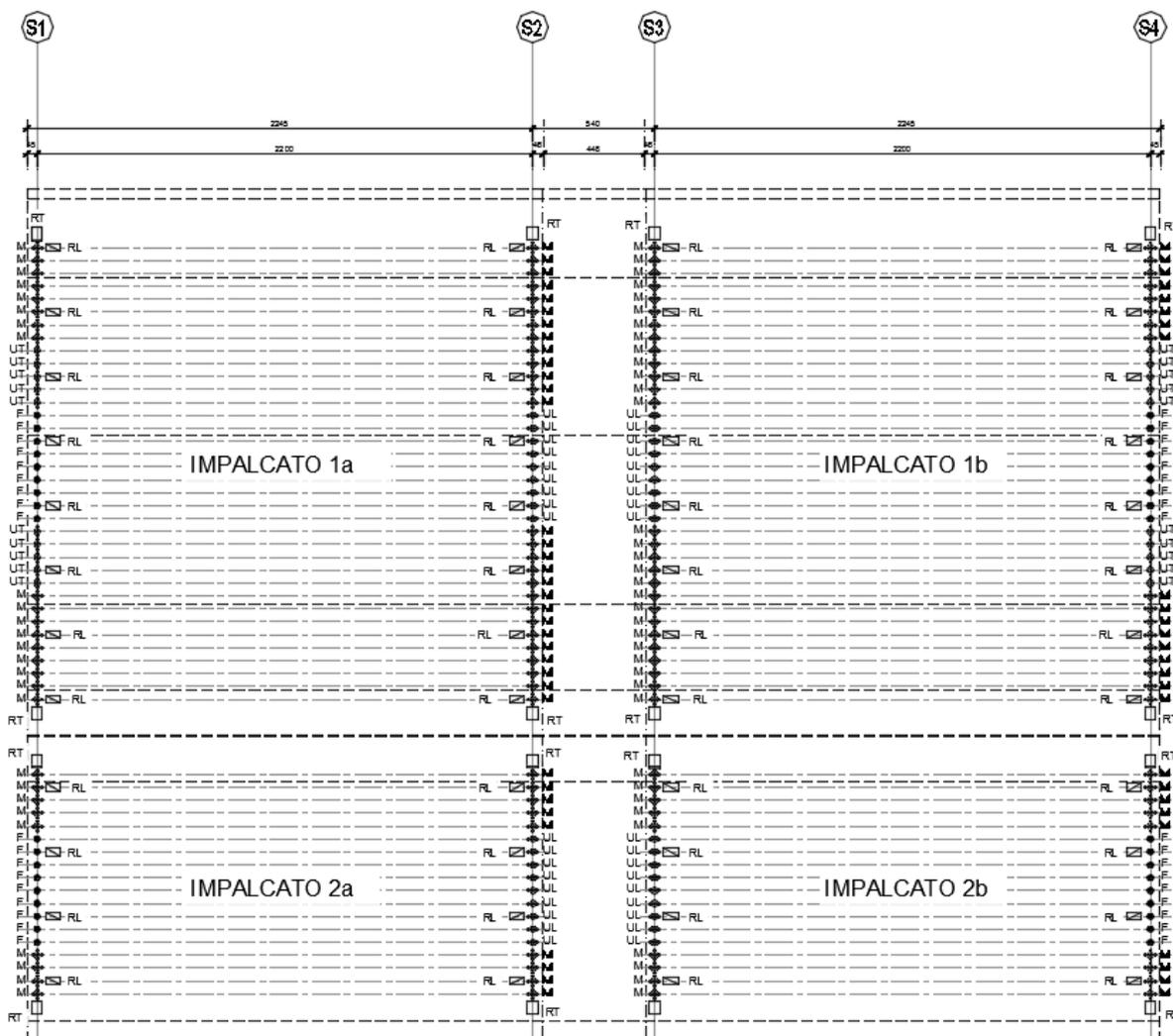


Figura 4 – Schema apparecchi di appoggio

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

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 12 di 130

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

Si riporta nel seguito l'elenco delle normative e delle specifiche, assunti come riferimento per la progettazione:

- Legge 5-1-1971 n° 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”;
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A: “Manuale di progettazione delle opere civili” del 30.12.2016;
- RFI DTC INC PO SP IFS-001-A “Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario”;
- RFI DTC INC PO SP IFS 005 A “Specifiche per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari e nei cavalcavia”;
- RFI DTC INC PO SP IFS 006 A “Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie”;
- Regolamento (UE) N.129912014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità (STI) per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea;
- Carichi ferroviari conformi alle STI e di conseguenza alle EN 1991-2:2003/AC:2010.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 14 di 130		

momento inerzia: $J_p = 1125573.9 \text{ cm}^4$

modulo resistenza elastico: $W_p = 20317.2 \text{ cm}^3$

momento statico $S_{xp} = 11580.35 \text{ cm}^3$

peso unitario: $P_p = 4.327 \text{ kN/m}$

I tiranti trasversali di collegamento tra le travi sono in acciaio di qualità S235 come definiti dalla UNI EN 10025.

5.4 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

In accordo con il D.M. 14/01/2008 (Tabella 4.1.III), in funzione delle condizioni ambientali si definiscono la classe di esposizione del calcestruzzo:

- Soletta di impalcato: XC4;

I copriferri da adottare sono per le barre di armatura sono i seguenti:

- Impalcato: 40 mm

In termini di limiti di apertura delle fessure, alle prescrizioni normative presenti nelle NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal documento RFI DTC SICS MA IFS 001 A – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 29/12/2015*) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

L'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

In definitiva, nel caso in esame, per la soletta di impalcato si adotta il limite w_1 in quanto ricade in condizioni ambientali aggressive (classe XC4).

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 15 di 130

6 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si definiscono in dettaglio i carichi considerati per l'analisi dell'opera.

6.1 CARICHI PERMANENTI

I pesi propri strutturali e non strutturali agenti sugli impalcati 1 e 2 sono riassunti qui di seguito:

IMPALCATO 1

- peso travi in acciaio = $P_p / i_t = 7.5 \text{ kN/m}^2$
- peso calcestruzzo per annegamento travi = 28.06 kN/m^2
- peso banchina (compreso incidenza muretti e finitura) = 10.0 kN/m^2
- peso permanenti portati (ballast, armamento, ecc) = 14.4 kN/m^2
- peso sbalzo in c.a. lato interno ($sp_{\text{medio}} 0.34 \text{ m}$) = 8.5 kN/m^2
- peso cordolo interno = 5.9 kN/m^2
- peso sbalzo in c.a. lato esterno ($sp_{\text{medio}} 0.45 \text{ m}$) = 11.25 kN/m^2
- peso parapetto + (ipotetica) barriera = 23.5 kN/ml
- peso muretti parballast+canaletta+impianti = 11 kN/ml
- peso finitura su sbalzi = 1.0 kN/m^2

IMPALCATO 2

- peso travi in acciaio = $P_p / i_t = 7.5 \text{ kN/m}^2$
- peso calcestruzzo per annegamento travi = 28.06 kN/m^2
- peso permanenti portati (ballast, armamento, ecc) = 14.4 kN/m^2
- peso sbalzo in c.a. ($sp_{\text{medio}} 0.34 \text{ m}$) = 8.5 kN/m^2
- peso cordolo interno = 5.9 kN/m^2
- peso cordolo lato barriera = 5.9 kN/m^2
- peso barriera = 16 kN/ml
- peso muretti parballast+canalette+impianti = 14 kN/ml
- peso finitura su sbalzi = 1.0 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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B 16 di 130

6.2 AZIONI VARIABILI VERTICALI DA TRAFFICO

6.2.1 Azioni da traffico ferroviario

Per la valutazione delle azioni da traffico ferroviario sull'impalcato si è fatto riferimento a due distinti modelli di carico "teorici": il primo rappresentativo del traffico normale (modello di carico LM71), il secondo rappresentativo del traffico pesante (modello di carico SW). Si precisa che, in relazione al modello di carico SW, si è fatto riferimento al solo modello di carico SW/2. Il modello SW/0 non è stato utilizzato in quanto le due campate degli impalcati presentano schemi isostatici e, nel tratto centrale sulla pila S2-S3, il suddetto modello di carico risulta meno sfavorevole del modello LM71.

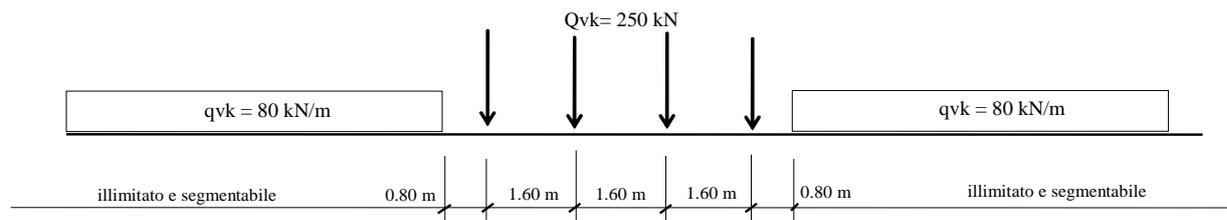


Figura 5 – Modello di carico LM71

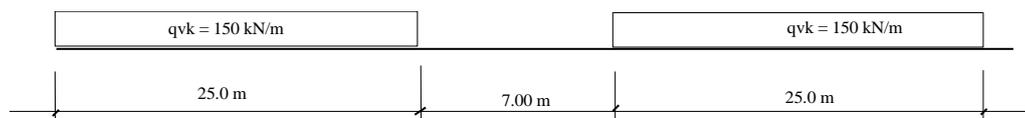


Figura 6 – Modello di carico SW/2

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai suddetti modelli di carico sono stati moltiplicati per il *coefficiente di adattamento "α"*, per il quale sono stati adottati i seguenti valori (tabella 2.5.1.4.1-1 della *Specifica RFI DTC SICS MA SP IFS 001 A*):

- Modello di carico LM71 coefficiente $\alpha = 1.10$
- Modello di carico SW/2 coefficiente $\alpha = 1.00$

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 17 di 130

6.2.2 Incremento dinamico

Trattandosi di ponte con velocità di percorrenza non superiore a 200 Km/h, con frequenza propria della struttura ricadente all'interno del prospetto indicato in figura 5.2.7 del D.M. 14/01/2008, si utilizzano i valori dei coefficienti dinamici definiti al paragrafo 5.2.2.3.3 D.M. 14/01/2008 per linee con ridotto standard manutentivo.

Il coefficiente di incremento dinamico si calcola quindi secondo l'espressione:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,73 \text{ con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00$$

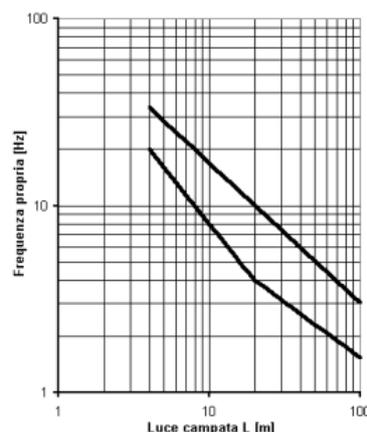
Per le due campate con schema isostatico di luce $L = 22.0$ m, il coefficiente di incremento dinamico vale:

$$\Phi_3 = 1.21$$

Per il tratto centrale sulla pila S2-S3, invece, il coefficiente di incremento dinamico, valutato in riferimento allo schema di "portale a luce singola" (tab. 5.2.II – D.M. 14/01/2008), si assume pari a:

$$\Phi_3 = 2.00 \text{ (valore massimo)}$$

È necessario calcolare la frequenza di vibrazione propria dell'impalcato ai fini di verificare l'affidabilità del coefficiente di incremento dinamico Φ_3 assunto nei calcoli. Essa consiste nell'accertare che la frequenza propria n_0 sia contenuta all'interno del fuso indicato in Fig. 5.2.7 del D.M. 14/01/2008.



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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 18 di 130

Il limite superiore del fuso è: $L_{sf} = 94.76 \cdot L_b^{-0.748} = 9.39 \text{ Hz}$

Il limite inferiore del fuso è: $L_{if} = 23.58 \cdot L_b^{-0.952} = 3.78 \text{ Hz}$, per $20 \text{ m} < L_b \leq 100 \text{ m}$

La frequenza propria è determinata come:

$$n_0 = 17.75 / (\delta_0)^{0.5}$$

dove:

δ_0 è la freccia massima (espressa in mm) sotto i soli carichi permanenti. Per la deformabilità dell' impalcato, il Manuale RFI prevede di portare in conto la rigidità del sistema misto acciaio-calcestruzzo. Nel caso in esame, l'inerzia del solettone è stata tenuta in conto nel modello di calcolo, assegnando al materiale di cui è composto, un modulo elastico equivalente di $5.97 \times 10^7 \text{ kN/m}^3$. La freccia così calcolata è pari a:

$$\delta_0 = 19.21 \text{ mm per l'impalcato 1 e}$$

$$\delta_0 = 17.68 \text{ mm per l'impalcato 2.}$$

Ne consegue che la frequenza propria n_0 è pari a:

$$n_0 = 17.75 / (\delta_0)^{0.5} = 4.05 \text{ Hz per l'Impalcato 1 e}$$

$$n_0 = 17.75 / (\delta_0)^{0.5} = 4.20 \text{ Hz per l'Impalcato 2}$$

Si hanno i confronti: $n_0 = < 9.39$ (verifica soddisfatta)

$$n_0 = > 3.78 \text{ (verifica soddisfatta)}$$

6.2.3 Contemporaneità dei treni sui binari

L'analisi dell'impalcato è stata condotta prendendo in esame la contemporaneità di più treni (punto 5.2.3.1.2 del D.M. 14/01/20008 e considerato sia il traffico normale che il traffico pesante.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	19 di 130				

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 SW/2
	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 (LM 71"+SW/0")
	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	0,75 (LM 71"+SW/0")	1,0 SW/2
≥ 3	secondo	1,0 (LM 71"+SW/0")	0,75 (LM 71"+SW/0")	1,0 (LM 71"+SW/0")
	Altri	-	0,75 (LM 71"+SW/0")	-

⁽¹⁾ LM71 "+" SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Per il primo impalcato (IMPALCATO 1) sono stati esaminati gli schemi previsti in presenza di un numero di binari pari a 3, mentre per il secondo impalcato (IMPALCATO 2) quelli per un numero di binari pari a 2.

Gli effetti delle azioni sono stati valutati considerando i carichi e le forze disposti nelle posizioni più sfavorevoli, al fine di massimizzare le sollecitazioni cercate.

6.2.4 Carichi sui marciapiedi

Sui marciapiedi non praticabili si considera un carico accidentale uniforme pari a 10 kN/m² dovuto alla presenza di personale autorizzato. Tale carico non è considerato concomitante con il passaggio dei convogli ferroviari e ad esso non è applicato il coefficiente di incremento dinamico.

Sulle banchine si considera un carico accidentale uniforme da folla compatta pari a 5 kN/m². Il carico di combinazione, invece, è di 2.5 kN/m³.

6.3 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI DA TRAFFICO

6.3.1 Forza centrifuga (Q4)

Dato che l'impalcato presenta un andamento rettilineo, le forze centrifughe sono nulle.

6.3.2 Serpeggio (Q5)

L'azione laterale associata al serpeggio è definita al par. 5.2.2.4.2 del D.M. 14/01/2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario, del valore di 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per il coefficiente di adattamento α .

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 20 di 130	

Azione di serpeggio LM71: $F_{1,1} = 100 \cdot 1.1 = 110$ kN.

Azione di serpeggio SW/2: $F_{1,2} = 100$ kN.

6.3.3 Frenatura / Avviamento (Q3)

Le azioni di avviamento e frenatura agiscono sulla sommità del binario in direzione longitudinale. I valori caratteristici da considerare sono:

- Avviamento:

$$Q_{1a,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71, SW/2}$$

- Frenatura:

$$Q_{1b,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71}$$

$$Q_{1b,k} = 35 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \quad \text{per modelli di carico SW/2}$$

Per l'IMPALCATO 1, caratterizzato dalla presenza di 3 binari (par. 5.2.2.4.3 del D.M. 14/01/2008) si considera:

- un primo binario con la massima forza di frenatura;
- un secondo binario con la massima forza di avviamento nello stesso verso della forza di frenatura;
- un terzo binario con il 50% della forza di frenatura, concorde con le precedenti.

Per l'IMPALCATO 2, caratterizzato dalla presenza di 2 binari (par. 5.2.2.4.3 del D.M. 14/01/2008), si considerano due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura.

I valori caratteristici delle azioni di avviamento e frenatura sono moltiplicati per i coefficienti di adattamento α ma non per i coefficienti di incremento dinamico Φ (par. 2.5.1.4.3.3 della *Specifica RFI DTC SICS MA SP IFS 001 A*).

6.4 AZIONE DEL VENTO (Q6)

Si applica una azione statica equivalente pari a 2.5 kN/mq. Tale pressione agisce sull'impronta esposta al vento della struttura (comprensiva di barriere antirumore) e del treno, individuato come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4 m dal P.F.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 21 di 130

6.5 RESISTENZE PARASSITE DEI VINCOLI (Q7)

Gli effetti dell'attrito sono valutati applicando, in corrispondenza degli appoggi scorrevoli in direzione longitudinale, forze orizzontali pari al prodotto tra un coefficiente di attrito e le reazioni verticali dovute ai carichi permanenti (V_G) ed ai carichi variabili (V_Q). Nel caso in esame si assume un coefficiente di attrito pari al 4%.

6.6 AZIONI SISMICHE

L'azione sismica è stata calcolata in funzione dei dati sismici di progetto considerati. Nella fattispecie, assegnando all'opera in esame una vita nominale $V_N=75$ anni ed una classe d'uso III con $C_U=1.5$, dando luogo ad un periodo di riferimento $V_R=V_N \cdot C_U=112.5$ anni, in funzione della latitudine e della longitudine del sito in esame, si ottengono i seguenti parametri di pericolosità sismica:

LONGITUDINE	LATITUDINE
14.35462	40.93233

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	68	0.072	2.344	0.324
SLD	113	0.092	2.350	0.335
SLV	1068	0.219	2.471	0.356
SLC	2193	0.269	2.561	0.358

Figura 7 – Parametri di pericolosità sismica di base

In accordo con il D.M. 14/01/2008, la categoria di sottosuolo è la C e si adotta una categoria topografica di tipo T1 per cui si ottengono:

- $S_s = 1,38$ (coefficiente di amplificazione stratigrafica)
- $S_t = 1,00$ (coefficiente di amplificazione topografica)

L'accelerazione verticale al suolo, allo SLV, è pari a $a_{gv}=0,137g$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<p align="center">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p align="center">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	<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>SL.0.2.00.001</td> <td>B</td> <td>22 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	22 di 130
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	22 di 130								

Per la determinazione delle escursione di giunti e appoggi, nonchè per il dimensionamento dei dispositivi di ritegno è stato considerato, in via cautelativa, lo Stato Limite di Collasso (SLC).

Si riportano di seguito gli spettri di progetto.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 23 di 130

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLD

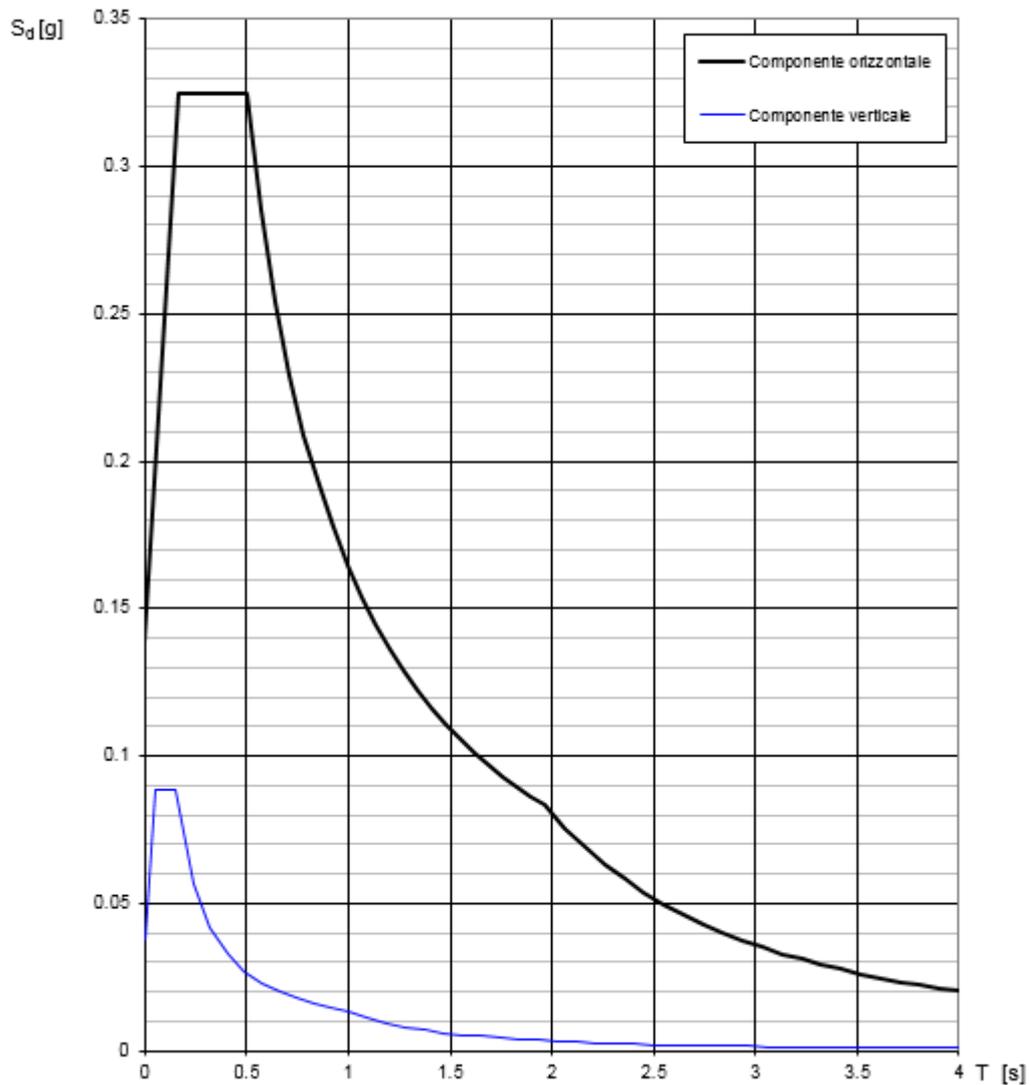


Figura 8 – Spettri SLD

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> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 24 di 130

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV

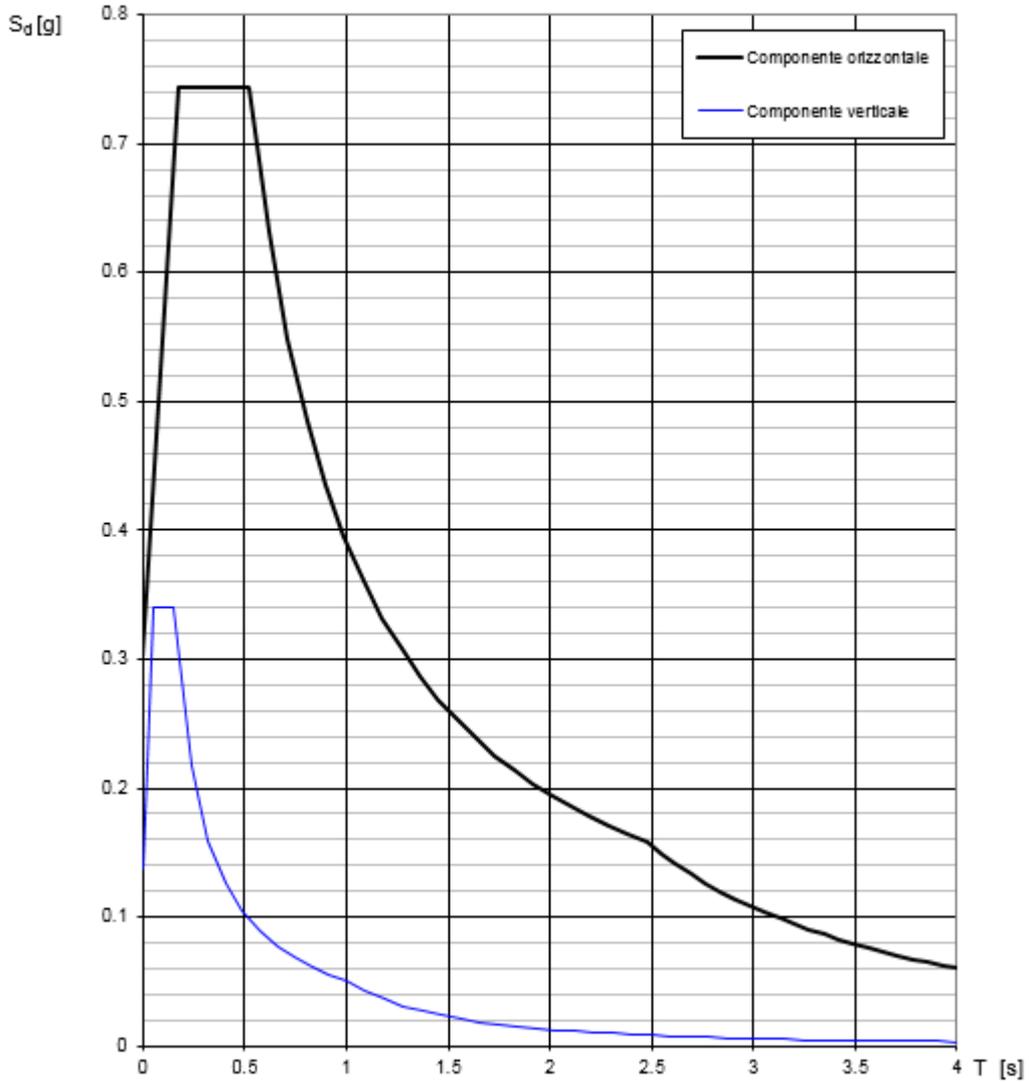


Figura 9 – Spettri elastici SLV

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> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 25 di 130

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV

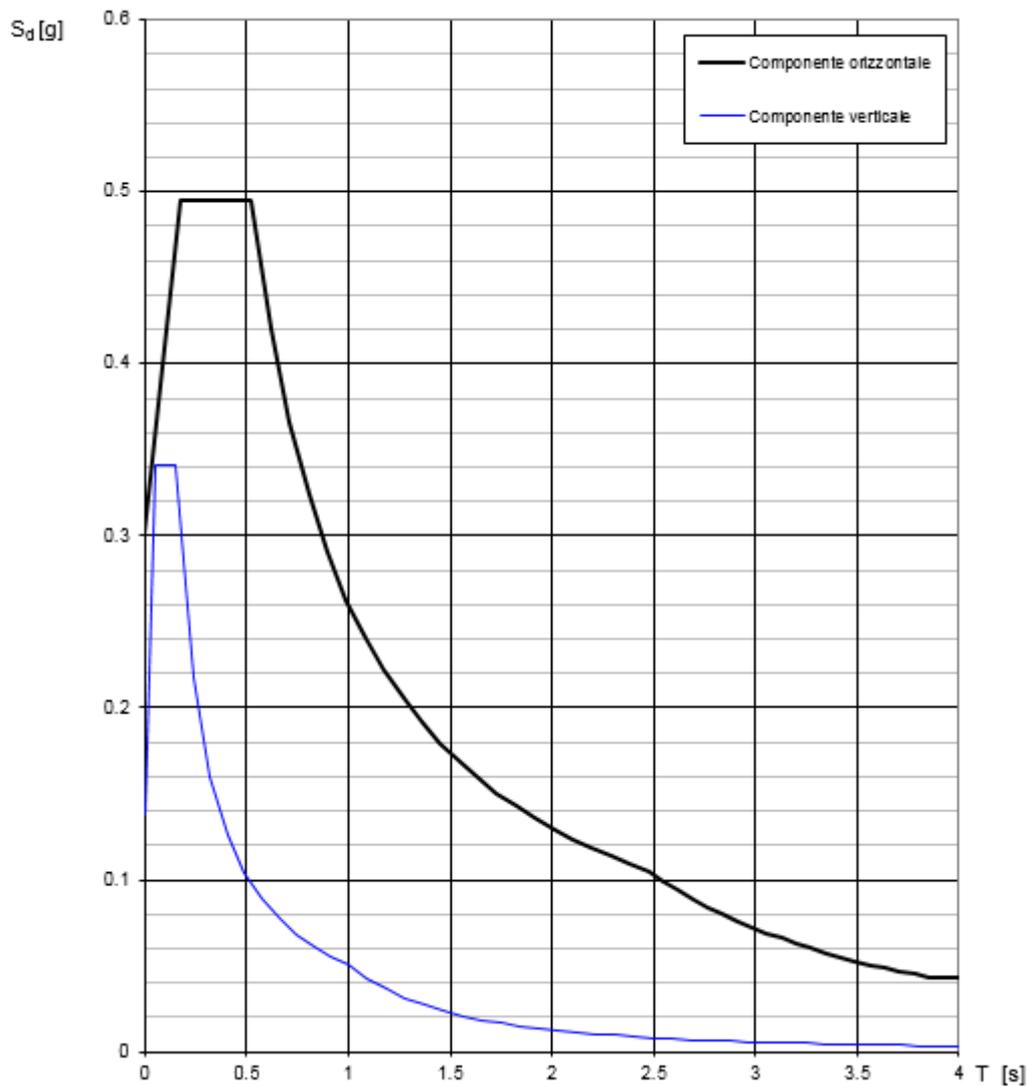


Figura 10 – Spettri SLV (q=1.5 orizzontale)

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 Relazione di calcolo impalcato				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 26 di 130

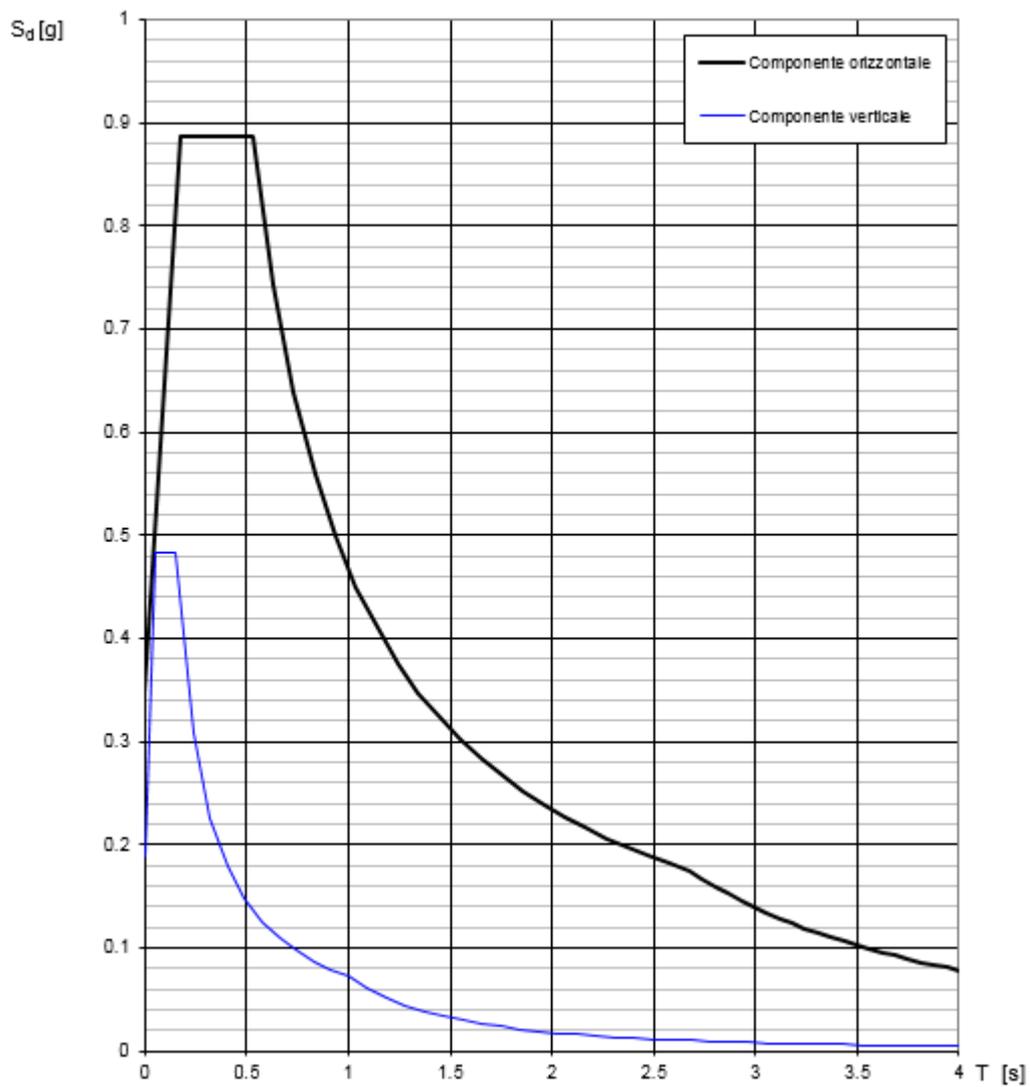


Figura 11 – Spettri SLC

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	27 di 130

7 COMBINAZIONI DI CARICO

7.1 SIMULTANEITÀ DELLE AZIONI DA TRAFFICO

La simultaneità delle azioni da traffico è tenuta in conto considerando i gruppi di carico definiti nella tabella 5.2.IV del D.M. 14/01/2008. Ciascun gruppo di carico, da considerare come singola azione variabile caratteristica, è combinata con le altre azioni non da traffico.

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo.2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc..)
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

7.2 COMBINAZIONI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI

In base alla vigente normativa, per la definizione delle azioni di calcolo agli stati limite ultimi, a partire dalle condizioni di carico elementari, sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- combinazioni fondamentali delle azioni per le verifiche agli stati limite ultimi:

$$F_d = \gamma_{g1} \cdot G_1 + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

- Combinazione sismica:

$$F_d = E + G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

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.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	28 di 130

avendo assunto per i coefficienti $\gamma_{g,1}$, $\gamma_{g,2}$ e $\gamma_{q,i}$ i valori riportati in tabella 5.1.V e per i coefficienti di combinazione Ψ_{0i} e Ψ_{2i} quelli riportati nelle tabelle 5.1.VI e 5.1.VII delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008.

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

		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

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 29 di 130

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

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	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_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 5.2.VII - Ulteriori 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.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 30 di 130

7.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Per la definizione delle azioni di calcolo agli Stati Limite di Esercizio, a partire dalle condizioni di carico elementari, sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- combinazioni caratteristiche rare: $F_d = G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$
- combinazioni quasi permanenti: $F_d = G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 31 di 130

8 CRITERI DI VERIFICA

8.1 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) PER GLI ELEMENTI IN C.A.

8.1.1 Criteri di verifica per elementi soggetti a flessione e/o sforzo normale

Per la valutazione della resistenza ultima delle sezioni di elementi monodimensionali in c.a. nei confronti di flessione e sforzo normale, si adottano le seguenti ipotesi:

- conservazione delle sezioni piane;
- perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo;
- resistenza a trazione del calcestruzzo trascurabile;
- rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;

Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono dedotte, a partire dalle deformazioni, utilizzando i rispettivi diagrammi tensione-deformazione.

Per il calcestruzzo si adopera un diagramma di calcolo tensione-deformazione di tipo parabola-rettangolo.

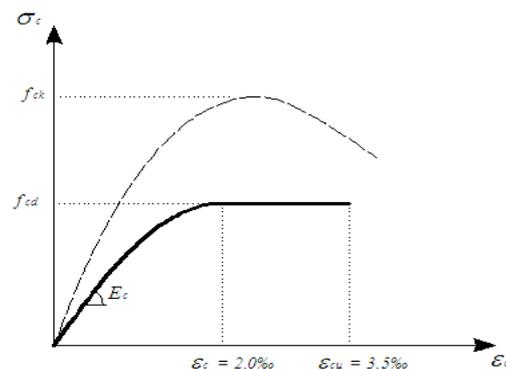


Figura 12 – Diagramma tensione-deformazione di progetto del calcestruzzo

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 32 di 130

La resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo f_{cd} è:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

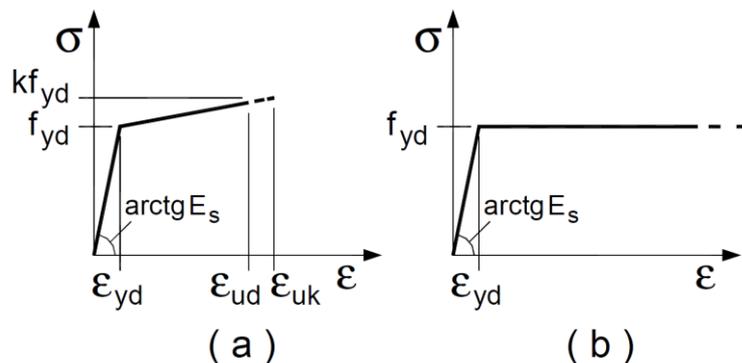
In cui:

α_{cc} è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata ed è pari a 0.85;

f_{ck} è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni;

γ_c è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo ed è pari a 1.5.

Per le armature in acciaio si assume un diagramma di calcolo tensione-deformazione bilineare finito con incrudimento (a), o (b) elastico-perfettamente plastico indefinito.



La resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio f_{yd} è:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

in cui:

f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio;

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 33 di 130

γ_s è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio ed assume il valore 1.15.

Con riferimento alla sezione soggetta a sforzo normale e momento flettente, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove:

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

8.1.2 Criteri di verifica per elementi soggetti a taglio

8.1.2.1 Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

Per elementi sprovvisti di armature trasversali resistenti a taglio, la resistenza a taglio V_{Rd} viene valutata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

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

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

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

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con:

$$k = 1 + \left(\frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}} \leq 2;$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}};$$

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 34 di 130	

e dove:

d è l'altezza utile della sezione;

$\rho_l = \frac{A_{sl}}{(b_w \cdot d)}$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale;

$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c}$ è la tensione media di compressione della sezione;

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

In corrispondenza degli appoggi, è necessario disporre un quantitativo di armatura longitudinale a cui affidare l'assorbimento degli sforzi provocati dal taglio dovuti all'inclinazione (assunta pari a 45°) delle fessure rispetto all'asse della trave.

8.1.2.2 *Elementi con armature trasversali resistenti a taglio*

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio viene valutata sulla base di un'adeguata schematizzazione a traliccio. La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

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

dove

V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente;

V_{Rd} è il valore della resistenza a taglio dell'elemento assunto pari al minore tra la resistenza di calcolo a "taglio trazione" e la resistenza di calcolo a "taglio compressione".

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

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	35 di 130	

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg \alpha + ctg \theta) \cdot sen \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(ctg \alpha + ctg \theta)}{1 + ctg \theta^2}$$

dove:

A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;

s è l'interasse tra due armature trasversali consecutive;

α è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

θ è l'inclinazione dei puntoni compressi in cls rispetto all'asse della trave e deve essere tale da rispettare i seguenti limiti:

$$1 \leq cotg \theta \leq 2.5$$

f'_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$)

α_c è un coefficiente maggiorativo pari ad 1 per membrane non compresse.

8.1.2.3 Resistenza di elementi tozzi, nelle zone diffusive e nei nodi

Il D.M. 2008 al punto 4.1.2.1.5 precisa che le verifiche di sicurezza possono essere condotte con riferimento a schematizzazioni basate sull'individuazione di tiranti e puntoni.

Le verifiche di sicurezza dovranno necessariamente essere condotte nei riguardi di:

- -resistenza dei tiranti costituiti dalle sole armature (R_s);
- -resistenza dei puntoni di calcestruzzo compresso (R_c);
- -ancoraggio delle armature (R_b);

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 36 di 130

- -resistenza dei nodi (R_n);

Si rimanda ai paragrafi relativi a tali specifiche verifiche per i necessari riferimenti normativi (par. C.4.1.2.1.5 Circ. 617/2009).

8.1.2.4 Resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti

Per la verifica di elementi strutturali soggetti a sollecitazioni torcenti deve risultare:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

in cui:

T_{Ed} rappresenta il valore di calcolo del momento torcente;

T_{Rd} rappresenta la resistenza di calcolo alla torsione.

Per elementi prismatici sottoposti a torsione semplice o combinata con altre sollecitazioni, che abbiano sezione piena o cava, lo schema resistente è costituito da un traliccio periferico in cui gli sforzi di trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo.

Per questo schema resistente la resistenza di calcolo alla torsione può essere definita come la minore tra le resistenze valutate rispettivamente con riferimento al calcestruzzo, all'armatura trasversale e all'armatura longitudinale:

$$T_{Rd} = \min(T_{Rcd}; T_{Rsd}; T_{Rld})$$

-Verifica a torsione - compressione del conglomerato

Con riferimento al calcestruzzo, la resistenza di calcolo si definisce come:

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot ctg \theta / (1 + ctg^2 \theta)$$

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 37 di 130

dove A è l'area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

t è lo spessore del profilo periferico che, per sezioni piene, si assume pari al rapporto tra l'area della sezione A_c ed il suo perimetro u .

8.1.2.5 -Verifica a torsione – trazione dell'armatura trasversale

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo si definisce come:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot \frac{A_s}{s} \cdot f_{yd} \cdot ctg\theta$$

dove A_s è l'area dell'armatura trasversale (staffe);

s è il passo delle staffe.

-Verifica a torsione – trazione dell'armatura longitudinale

Con riferimento all'armatura longitudinale, la resistenza di calcolo si definisce come:

$$T_{Rld} = 2 \cdot A \cdot \frac{\sum A_l}{u_m} \cdot f_{yd} / ctg\theta$$

dove

$\sum A_l$ è l'area complessiva delle barre longitudinali;

u_m è il perimetro medio del nucleo resistente.

L'inclinazione delle bielle compresse di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$0.4 \leq ctg\theta \leq 2.5$$

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	38 di 130	

Nel caso in cui si riscontri la presenza di azioni torcenti significative ai fini della stabilità e del collasso di parti dell'opera, è necessario integrare le armature longitudinali, derivanti dalle verifiche di presso flessione, con le barre derivanti dal calcolo a torsione.

Per quanto riguarda la crisi lato calcestruzzo, nel caso di presenza simultanea di sollecitazioni taglianti e torcenti, si dovrà verificare che:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1$$

al fine di limitare lo stato di lavoro delle bielle compresse.

8.2 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) PER GLI ELEMENTI IN C.A.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

8.2.1 Verifiche a fessurazione

In accordo con il documento RFI DTC SICS MA IFS 001 A – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 29/12/2015*) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

L'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- $\delta f \leq w1=0.2$ mm per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta f \leq w2=0.3$ mm per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2018

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 39 di 130

In ogni caso devono essere condotte le verifiche a fessurazione mediante “calcolo diretto”, ai sensi del DM 14.1.2018, p.to. 4.1.2.2.4.6.

In definitiva, nel caso in esame, si adotta il limite w_1 sia per le elevazioni, che per pali e plinti in quanto le prime ricadono in condizioni ambientali aggressive (classe XC4), mentre i secondi sono elementi a permanente contatto con il terreno.

8.2.2 Verifiche tensionali

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche “Rara” e “Quasi Permanente”; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo “non reagente” adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento “Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC SI MA IFS 001 A”, ovvero:

- *Tensioni di compressione del calcestruzzo*

$\sigma_c < 0.55 f_{ck}$ allo Stato Limite di Esercizio in condizioni Rare;

$\sigma_c < 0.40 f_{ck}$ allo Stato Limite di Esercizio in condizioni Quasi Permanenti;

Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

- *Tensioni di trazione nell'acciaio*

$\sigma_s < 0.75 f_{yk}$ allo Stato Limite di Esercizio in condizioni Rare.

Per il caso in esame risulta in particolare :

- **CALCESTRUZZO C32/40**

$\sigma_{cmax\ QP} = (0,40 f_{ck}) = 13.28 \text{ MPa}$ (Combinazione di Carico Quasi Permanente)

$\sigma_{cmax\ R} = (0,55 f_{ck}) = 18.26 \text{ MPa}$ (Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)

- **ACCIAIO**

$\sigma_{s\ max} = (0,75 f_{yk}) = 337.5 \text{ MPa}$ Combinazione di Carico Caratteristica(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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 40 di 130
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				

8.3 CRITERI DI VERIFICA PER GLI ELEMENTI IN ACCIAIO

Le verifiche sono svolte utilizzando il metodo elastico, controllando la tensione ideale con il seguente criterio:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{z,Ed} \cdot \sigma_{x,Ed} + 3 \cdot \tau_{Ed}^2 \leq \left(f_{yk} / \gamma_{M0} \right)^2$$

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 41 di 130

9 MODELLI DI CALCOLO

9.1 DESCRIZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

L'analisi strutturale dell'impalcato è stata condotta mediante una modellazione agli elementi finiti con l'utilizzo del software di calcolo *Midas Gen* prodotto da *Midas Information Technology Co., Ltd.*

E' stato implementato un singolo modello di calcolo per ciascuno dei due impalcati affiancati (IMPALCATO 1 ed IMPALCATO 2).

Trattandosi di impalcato a travi incorporate, essi sono stati modellati mediante elementi bidimensionali di tipo "plate", a cui è stato assegnato uno spessore equivalente (ottenuto imponendo l'uguaglianza tra l'inerzia della sezione mista e quella di una sezione equivalente in calcestruzzo) e un materiale con peso equivalente a quello della sezione mista.

I dispositivi di appoggio sono stati modellati con vincoli elastici nelle 3 direzioni al fine di simulare la tipologia del singolo dispositivo utilizzato (appoggio fisso, unidirezionale o multidirezionale).

Il collegamento tra la mezzera della soletta di impalcato ed i dispositivi di appoggio è stato realizzato mediante l'inserimento di elementi verticali rigidi.

I risultati ottenuti sono stati validati mediante verifiche manuali e confronti con risultati ottenuti su modelli semplificati.

Si precisa che, in accordo con il Manuale RFI, le banchine e il parapetto sono giuntati ogni 3.80 m ed i muretti paraballast ogni 3 m. Tali elementi, pertanto, non contribuiscono all'inerzia flessionale dell' impalcato. Per tale motivo, lo sbalzo lato Nord dell' Impalcato 1 è stato modellato in asse all' impalcato.

Si riportano alcune immagini dei modelli di calcolo implementati.

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> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 42 di 130

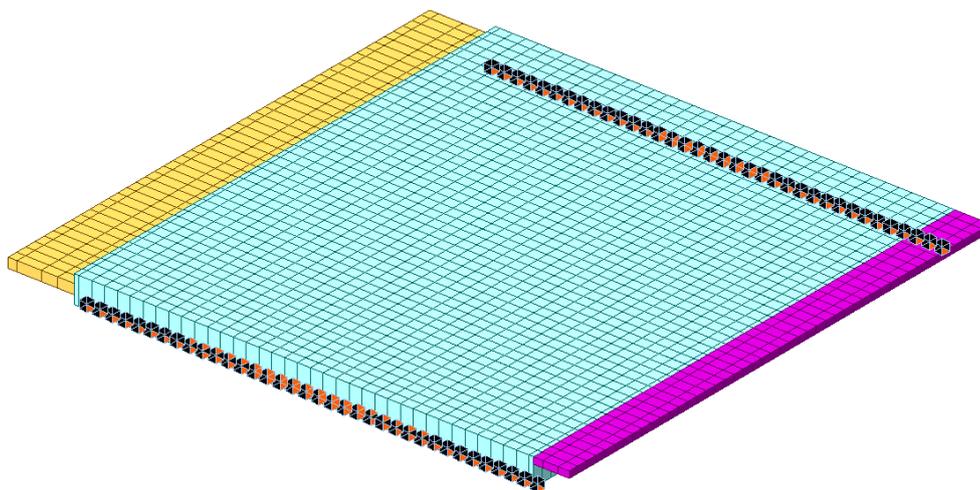


Figura 13 – Vista 3D del modello di calcolo dell'impalcato 1

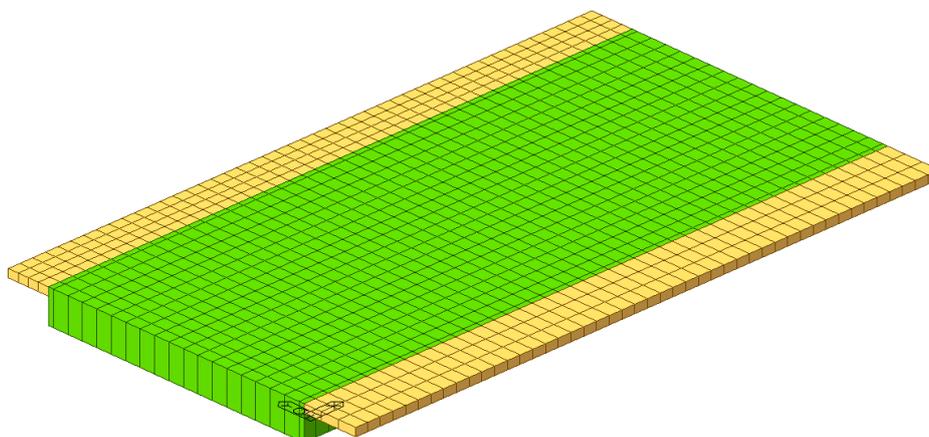


Figura 14 – Vista 3D del modello di calcolo dell'impalcato 2

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 43 di 130

9.2 CARICHI ASSEGNATI

Il peso proprio degli elementi resistenti dell'impalcato è calcolato in automatico dal software di calcolo a partire dalla geometria e dal peso dei materiali assegnati. In particolare, per la definizione del solettone, è stato definito un materiale che tenga conto del peso calcestruzzo armato e delle travi in esso annegate. Il peso specifico equivalente della struttura risulta pari a 28.91 kN/m^3

Le azioni permanenti e le azioni da traffico ferroviario sono assegnate come carichi per unità di superficie (*pressure loads*). Si evidenzia che per le azioni da traffico si è considerato l'effetto della diffusione dei carichi attraverso il ballast e attraverso la soletta di impalcato (fino a quota piano medio della stessa), secondo quanto riportato al par. 5.2.2.3.1.4 del D.M. 14/01/2008.

Più in dettaglio per la distribuzione delle azioni da traffico attraverso il ballast si è fatto riferimento alle seguenti indicazioni

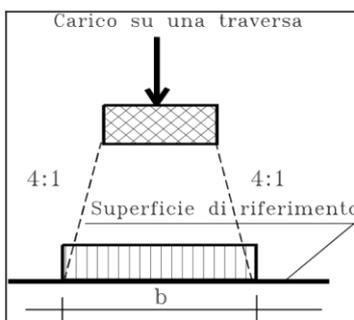


Figura 5.2.4 - Distribuzione longitudinale dei carichi attraverso il ballast.

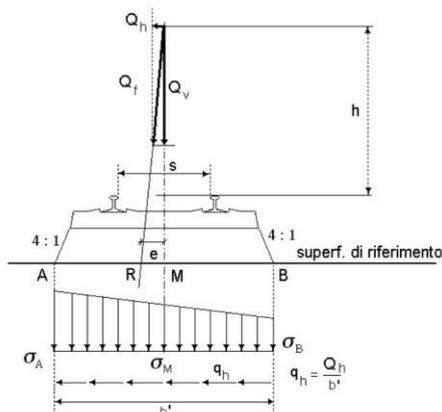


Figura 5.2.5 - Distribuzione trasversale in rettilineo delle azioni per mezzo delle traverse e del ballast

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 44 di 130

mentre per la diffusione attraverso la soletta si è considerata una ripartizione a 45° dalla superficie di estradosso fino al piano medio della soletta stessa.

Si precisa che le banchine, il parapetto ed i muretti paraballast, sono gintati ogni 3,80 e 3m, per cui costituiscono solo un peso applicato.

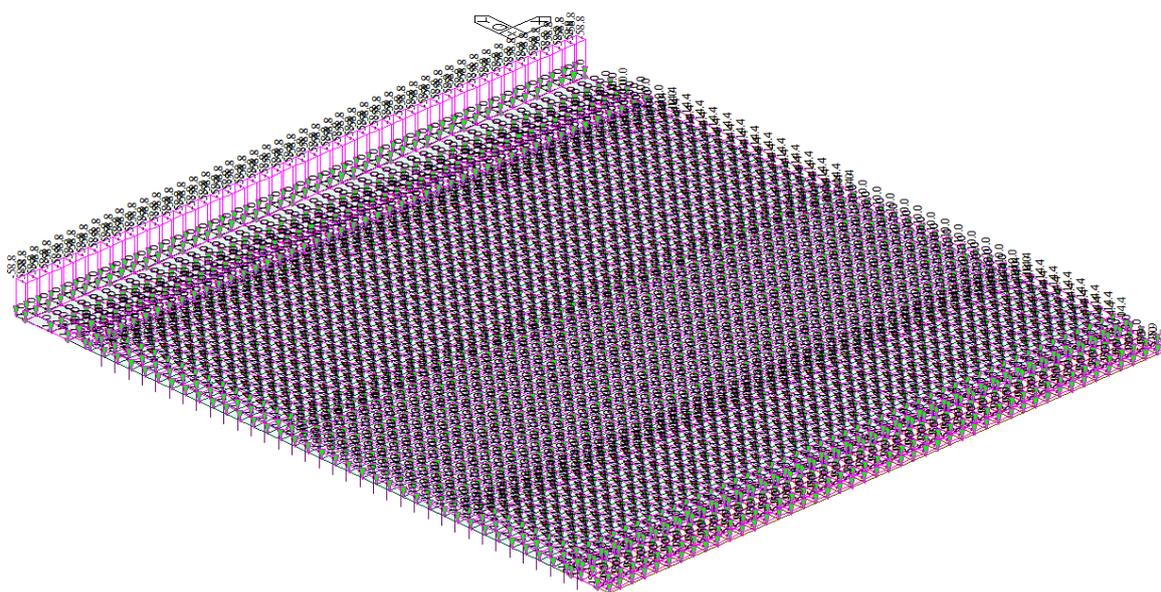
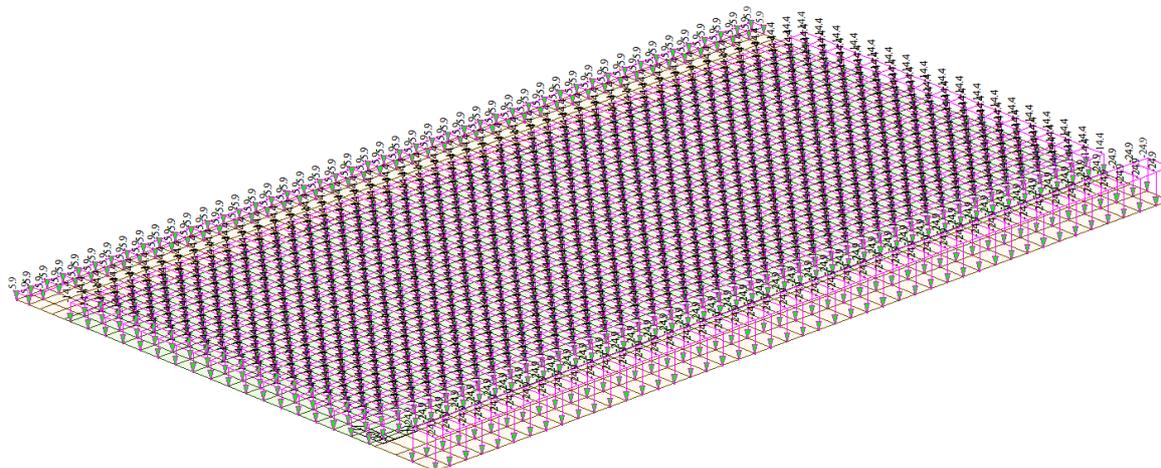


Figura 15 – Azioni permanenti G2 assegnate all'impalcato 1



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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 45 di 130	

Figura 16 – Azioni permanenti G2 assegnate all'impalcato 2

Per le azioni da traffico sono state considerate diverse configurazioni dei carichi al fine di massimizzare gli effetti in termini di momento flettente massimo in mezzeria, taglio massimo agli appoggi e sforzo normale massimo negli apparecchi di appoggio. Si riportano di seguito alcune delle configurazioni di carico considerate.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> 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: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 46 di 130

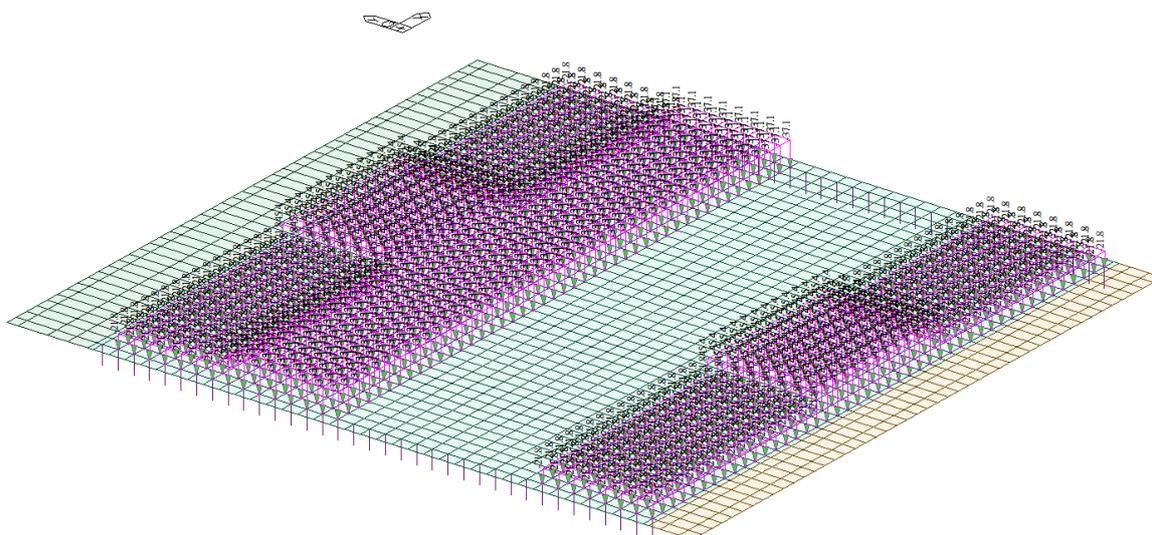


Figura 17 – Configurazione tipo delle azioni da traffico per massimizzare il momento flettente sull'impalcato 1

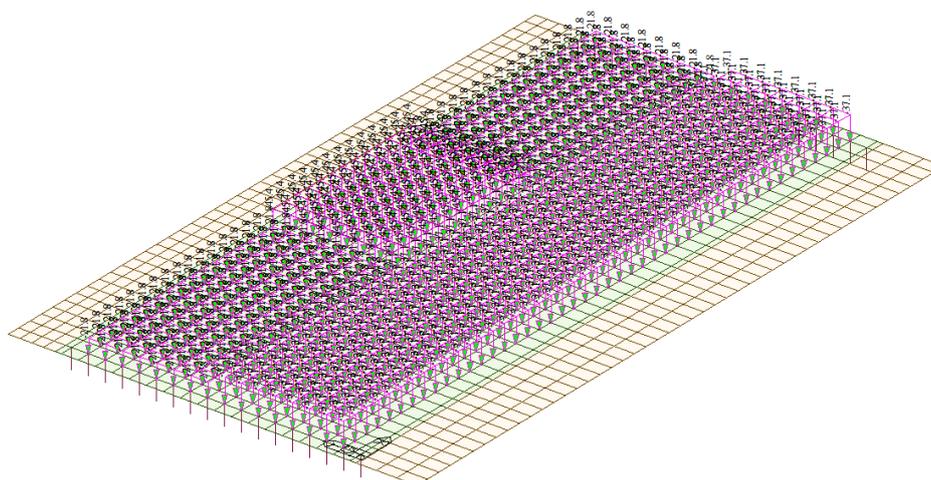


Figura 18 – Configurazione tipo delle azioni da traffico per massimizzare il momento flettente sull'impalcato 2

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> <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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 47 di 130

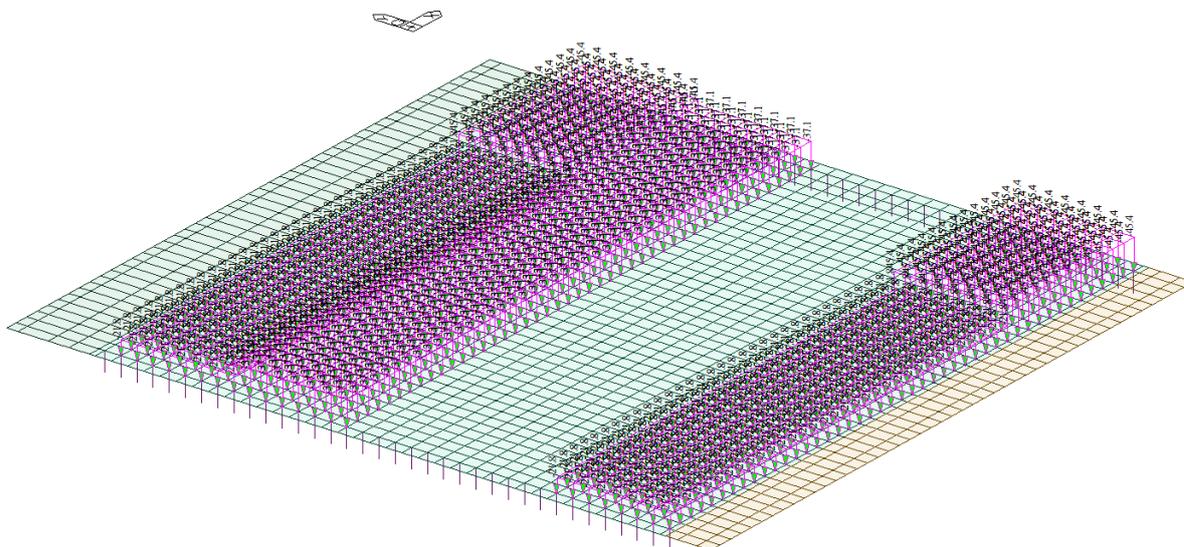


Figura 19 – Configurazione tipo delle azioni da traffico per massimizzare il taglio all'appoggio (lato pila S2-S3) sull'impalcato 1

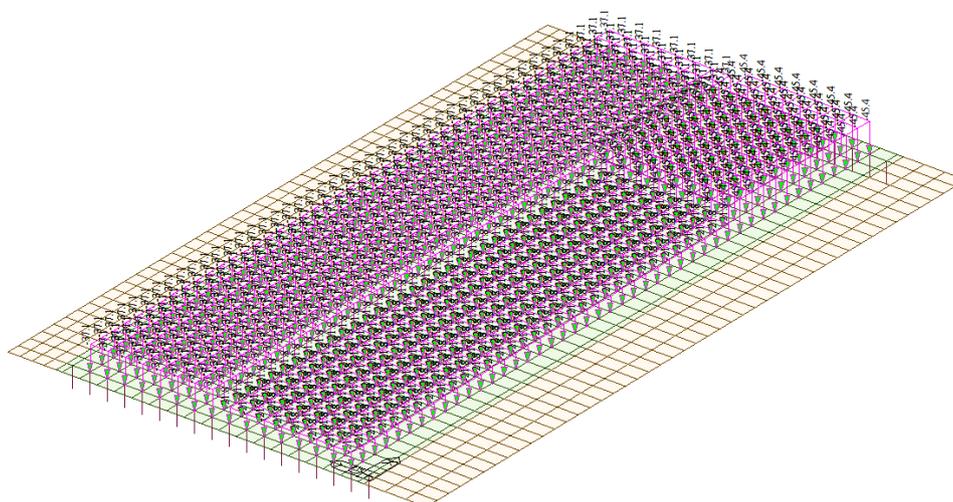


Figura 20 – Configurazione tipo delle azioni da traffico per massimizzare il taglio all'appoggio (lato pila S2-S3) sull'impalcato 2

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> <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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 48 di 130

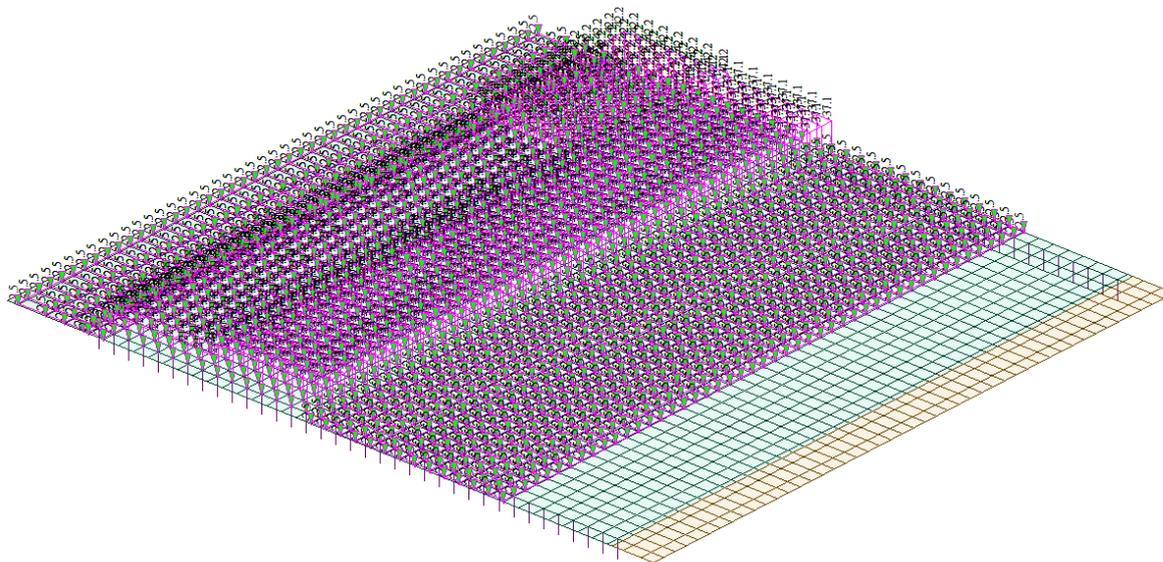


Figura 21 – Configurazione tipo delle azioni da traffico per massimizzare lo sforzo normale negli apparecchi di appoggio (lato pila S2-S3) sull'impalcato 1 (retrotrave carico)

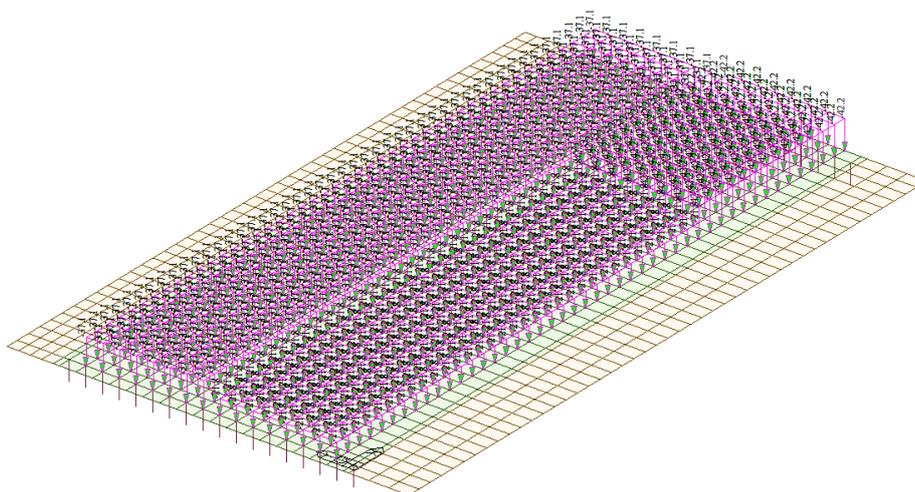


Figura 22 – Configurazione tipo delle azioni da traffico per massimizzare lo sforzo normale negli apparecchi di appoggio (lato pila S2-S3) sull'impalcato 2

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 49 di 130

9.2.1 *Analisi sismica*

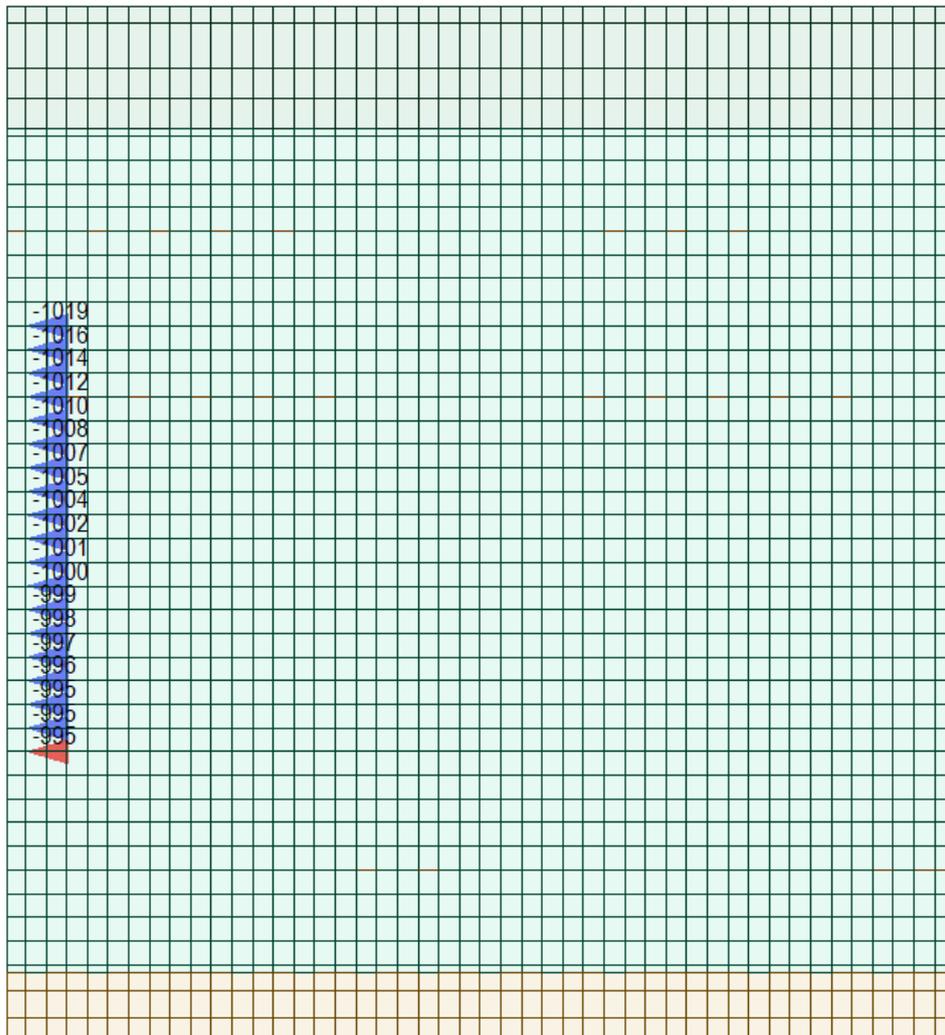
Per il dimensionamento dell'impalcato è stata considerata l'azione sismica in direzione trasversale. E' stata condotta una analisi dinamica modale con spettro di risposta elastico considerando lo spettro SLV.

Per quanto riguarda il sisma in direzione orizzontale, le sollecitazioni trasmesse dall'impalcato per effetto del sisma, servono a dimensionare gli apparecchi d'appoggio e le sottostrutture. In particolare, nel rispetto della Gerarchia delle Resistenze, per il dimensionamento degli apparecchi d'appoggio e' stata condotta una analisi dinamica modale con spettro di risposta elastico ($q=1$) considerando lo spettro SLV. Per le azioni trasmesse alle sottostrutture (pile e spalle), invece, in accordo alla normativa vigente, viene impiegato un fattore di struttura $q=1.5$. Anche per il dimensionamento dei pali, in accordo con il par. 2.5.1.8.3.3 del Manuale Italferr, verrà considerato un fattore di struttura $q=1.5$.

Per il dimensionamento dei ritegni, a vantaggio di sicurezza si considera lo spettro allo SLC, adottando, come per gli appoggi, $q=1$.

Di seguito si riportano le reazioni orizzontali agli appoggi per $q=1$ allo SLV.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.2.00.001 B 50 di 130	



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
-----
FORCE-X

MIN. REACTION
NODE= 1009
EX: -1018.77

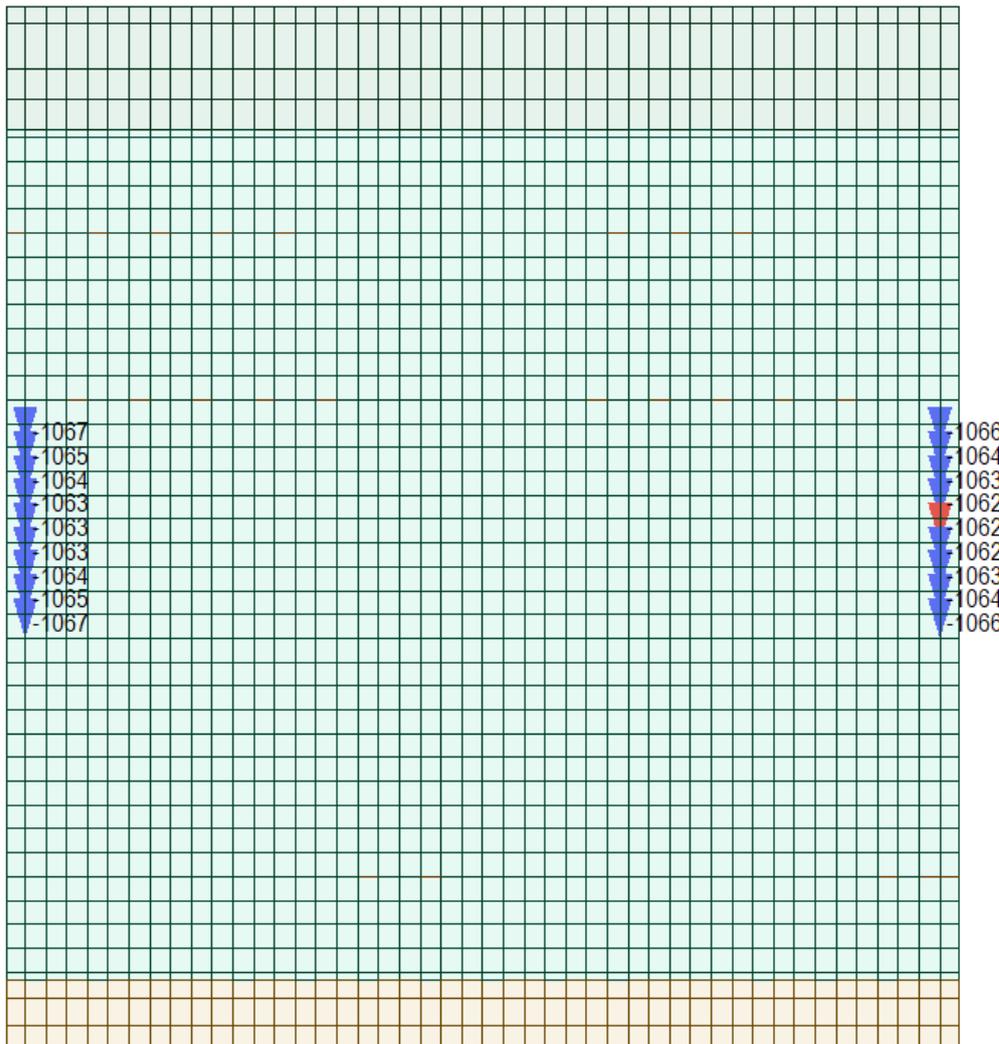
MAX. REACTION
NODE= 1027
EX: -994.73

RS: EX
-----
MAX : 1027
MIN : 1009
FILE: impalcatol
UNIT: kN
DATE: 04/29/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Figura 23 – Ex SLV impalcato 1 (q=1)

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.2.00.001 B 51 di 130	



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
-----
FORCE-Y

MIN. REACTION
NODE= 1014
FY: -1066.80

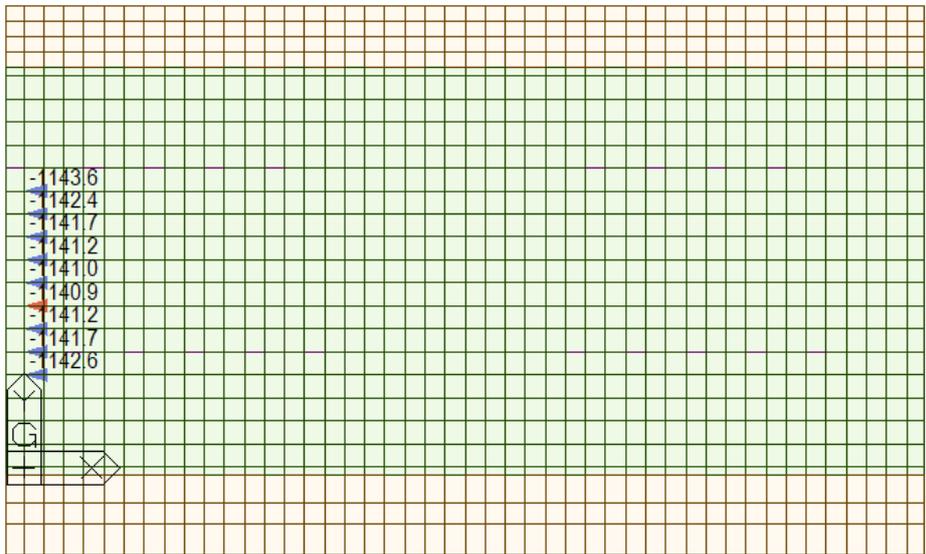
MAX. REACTION
NODE= 18
FY: -1062.14

RS: EY
-----
MAX : 18
MIN : 1014
FILE: impalcatol
UNIT: kN
DATE: 04/29/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Figura 24 – Ey SLV impalcato 1 (q=1)

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 SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 52 di 130
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato								



```

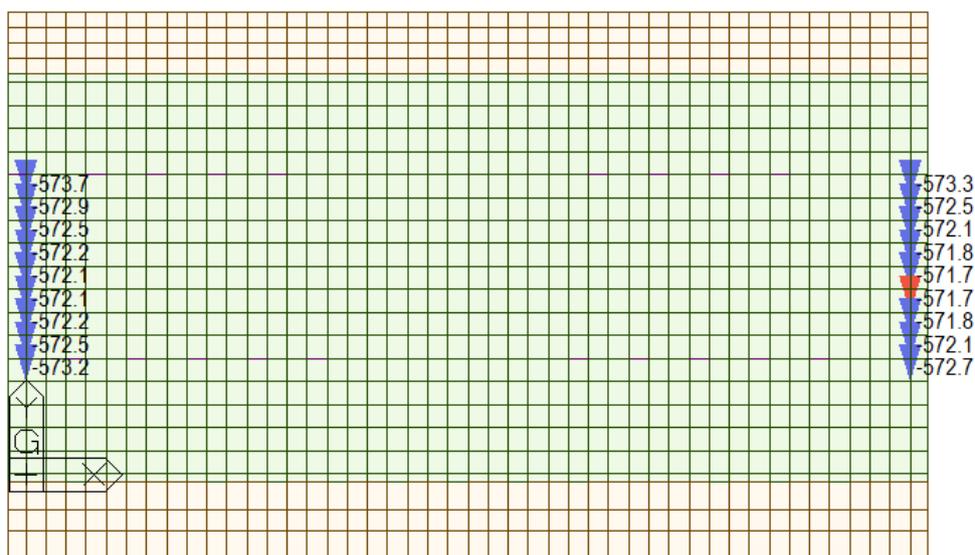
midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
-----
FORCE-X
MIN. REACTION
NODE= 1078
FX: -1143.59
MAX. REACTION
NODE= 1083
FX: -1140.95

RS: EX
-----
MAX : 1083
MIN : 1078
FILE: impalcato2
UNIT: kN
DATE: 04/30/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Figura 25 – Ex SLV impalcato 2 (q=1)

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 53 di 130



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-Y
MIN. REACTION
NODE= 1078
FY: -573.70
MAX. REACTION
NODE= 83
FY: -571.69
RS: EY
MAX : 83
MIN : 1078
FILE: impalcato2
UNIT: kN
DATE: 04/30/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Figura 26 – E_y SLV impalcato 2 (q=1)

La seguente tabella riepiloga le forze inerziali complessive trasmesse dagli implacati alle sottostrutture.

	Impalcato 1	Impalcato 2
	(kN)	(kN)
SLV Ex (q=1)	19071	10277
SLV Ey (q=1)	19152	10302
SLV Ex (q=1.5)	12714	6851
SLV Ey (q=1.5)	12768	6868
SLC Ex (q=1)	22752	12260
SLC Ey (q=1)	22848	12290

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	54 di 130				

Come detto, per il dimensionamento dei ritegni, si utilizzano le azioni calcolate allo SLC.
Per cui si ottiene.

Impalcato 1 direzione longitudinale n. 8+8 ritegni da 2843 kN;

Impalcato 1 direzione trasversale n. 2+2 ritegni da 11424 kN;

Impalcato 2 direzione longitudinale n. 4+4 ritegni da 3064 kN;

Impalcato 2 direzione trasversale n. 2+2 ritegni da 6124 kN.

9.2.2 Combinazioni

Per l'assegnazione dei carichi agenti sulla struttura, sono state definite all'interno del modello di calcolo le seguenti condizioni elementari di carico:

- G₁ pesi propri delle strutture resistenti;
- G₂ carichi permanenti non strutturali;
- Q_{1, Nmax} azioni da traffico ferroviario che massimizzano gli sforzi assiali sugli apparecchi di appoggio;
- Q_{1, Mmax} azioni da traffico ferroviario che massimizzano i momenti flettenti sull'impalcato;
- Q_{1, Vmax} azioni da traffico ferroviario che massimizzano gli sforzi di taglio sull'impalcato;
- Q_i azioni da frenatura e/o avviamento;
- Q_s azioni trasversale dovuta al serpeggio;
- Q_{5-vento} azione del vento;
- Q₇ attrito ai vincoli;
- Ex azione sismica in direzione longitudinale;
- Ey azione sismica in direzione trasversale;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<p style="text-align: center;">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p style="text-align: center;">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	<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>SL.0.2.00.001</td> <td>B</td> <td>55 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	55 di 130
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	55 di 130								

Ez azione sismica in direzione verticale.

Sulla base di quanto detto nei paragrafi precedenti, gli effetti dovuti alle singole condizioni di carico sono stati combinati dando luogo alle seguenti combinazioni 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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 56 di 130

LIST OF LOAD COMBINATIONS

```

=====
NUM  NAME                ACTIVE                TYPE
LOADCASE (FACTOR) +      LOADCASE (FACTOR) +      LOADCASE (FACTOR)
=====
1    INV_Nmax             Active                Envelope
      Q1 Nmax (a) ( 1.000) +      Q1 Nmax (b) ( 1.000) +      Q1 Nmax (c) ( 1.000)
+    Q1 Nmax (d) ( 1.000) +      Q1 Nmax (e) ( 1.000) +      Q1 Nmax (f) ( 1.000)
+    Q1 Nmax (3 binari) ( 0.750) +      Q1 Mmax( 1.000) +      Q1 Vmax( 1.000)
-----
2    - Q1 Fren           Active                Add
      Q1-Fren/avviam(-1.000)
-----
3    +-Q1 Fren           Active                Envelope
      Q1-Fren/avviam( 1.000) +      - Q1 Fren( 1.000)
-----
4    Gr1                 Active                Add
      INV_Nmax( 1.210) +      +-Q1 Fren( 0.500) +      Qt-F centrifuga( 1.000)
+    Qs-Serpeggio( 1.000)
-----
5    Gr3                 Active                Add
      INV_Nmax( 1.210) +      Qt-F centrifuga( 0.500) +      Qs-Serpeggio( 0.500)
+    - Q1 Fren( 1.000)
-----
6    -Attrito           Active                Add
      Attrito(-1.000)
=====

```

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			Mandante: ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 57 di 130

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**

7	+-Attrito	Active	Envelope				
		Attrito(1.000) +				-Attrito(1.000)	

8	SLU1	Active	Add				
		G1(1.000) +				G2(1.000) +	Q5-vento(1.500)
	+	+-Attrito(1.500)					

9	SLU2	Active	Add				
		G1(1.350) +				G2(1.500) +	Gr1(1.450)
	+	Q5-vento(0.900) +				+-Attrito(1.500)	

10	SLU3	Active	Add				
		G1(1.350) +				G2(1.500) +	Gr3(1.450)
	+	Q5-vento(0.900) +				+-Attrito(1.500)	

11	SLU4	Active	Add				
		G1(1.350) +				G2(1.500) +	Q5-vento(1.500)
	+	+-Attrito(1.500)					

12	SLVX1	Active	Add				
		G1(1.000) +				G2(1.000) +	EX(1.000)
	+	EY(0.318) +				EZ(0.300)	

13	SLVX2	Active	Add				
		G1(1.000) +				G2(1.000) +	EX(1.000)
	+	EY(-0.318) +				EZ(0.300)	

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	59 di 130

21	SLVY2	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-0.300)
	+	EY (1.060) +		EZ (0.300)		

22	SLVY3	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (0.300)
	+	EY (-1.060) +		EZ (0.300)		

23	SLVY4	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-0.300)
	+	EY (-1.060) +		EZ (0.300)		

24	SLVY5	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (0.300)
	+	EY (1.060) +		EZ (-0.300)		

25	SLVY6	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-0.300)
	+	EY (1.060) +		EZ (-0.300)		

26	SLVY7	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (0.300)
	+	EY (-1.060) +		EZ (-0.300)		

27	SLVY8	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-0.300)

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 60 di 130

	+		EY(-1.060) +		EZ(-0.300)	
28	SLVZ1	Active	Add			
			G1(1.000) +		G2(1.000) +	EX(0.300)
			+		EY(0.318) +	EZ(1.000)
29	SLVZ2	Active	Add			
			G1(1.000) +		G2(1.000) +	EX(0.300)
			+		EY(-0.318) +	EZ(1.000)
30	SLVZ3	Active	Add			
			G1(1.000) +		G2(1.000) +	EX(0.300)
			+		EY(0.318) +	EZ(-1.000)
31	SLVZ4	Active	Add			
			G1(1.000) +		G2(1.000) +	EX(0.300)
			+		EY(-0.318) +	EZ(-1.000)
32	SLVZ5	Active	Add			
			G1(1.000) +		G2(1.000) +	EX(-0.300)
			+		EY(0.318) +	EZ(1.000)
33	SLVZ6	Active	Add			
			G1(1.000) +		G2(1.000) +	EX(-0.300)
			+		EY(-0.318) +	EZ(1.000)
34	SLVZ7	Active	Add			

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 61 di 130

		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-0.300)
+		EY (0.318) +		EZ (-1.000)		
35	SLVZ8	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-0.300)
+		EY (-0.318) +		EZ (-1.000)		
36	SLER1	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q5-vento (0.600)
+		Gr1 (1.000) +		+-Attrito (1.000)		
37	SLER2	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q5-vento (0.600)
+		Gr3 (1.000) +		+-Attrito (1.000)		
38	SLER3	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q5-vento (1.000)
+		+-Attrito (1.000)				
39	SLEF1	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Gr1 (0.600)
40	SLEF2	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Gr3 (0.600)
41	SLEF3	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q5-vento (0.500)

<p>APPALTATORE:</p> <p><u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.</p> <p><u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.</p>	<p align="center">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</p> <p align="center">TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p align="center">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p>												
<p>PROGETTISTA:</p> <p><u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.</p> <p><u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.0.2.00.001</td> <td>B</td> <td>63 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	63 di 130								
<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>Relazione di calcolo impalcato</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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 64 di 130

10 ANALISI DELLA STRUTTURA

10.1 SOLLECITAZIONI IMPALCATI

Si riportano di seguito, le sollecitazioni più gravose allo stato limite ultimo SLU ed allo stato limite di esercizio SLE utilizzate nelle verifiche degli elementi strutturali costituenti l'impalcato 1 e l'impalcato 2.

10.1.1 Sollecitazioni allo SLU

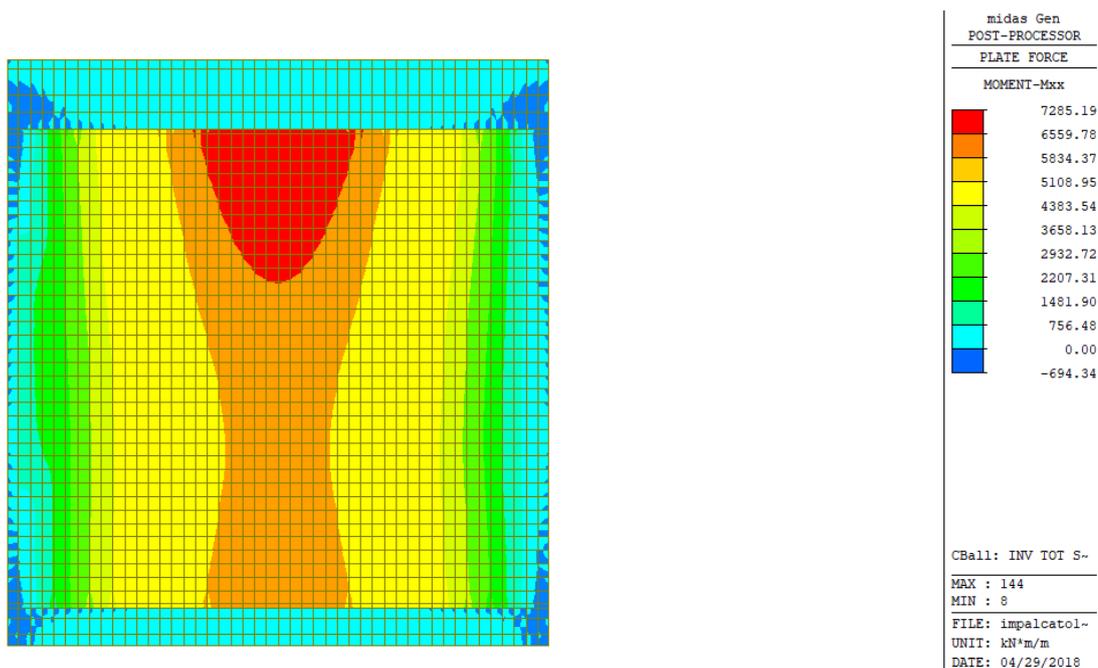


Figura 27 – Momenti flettenti Mxx sull'impalcato 1 – INV_SLU

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 65 di 130

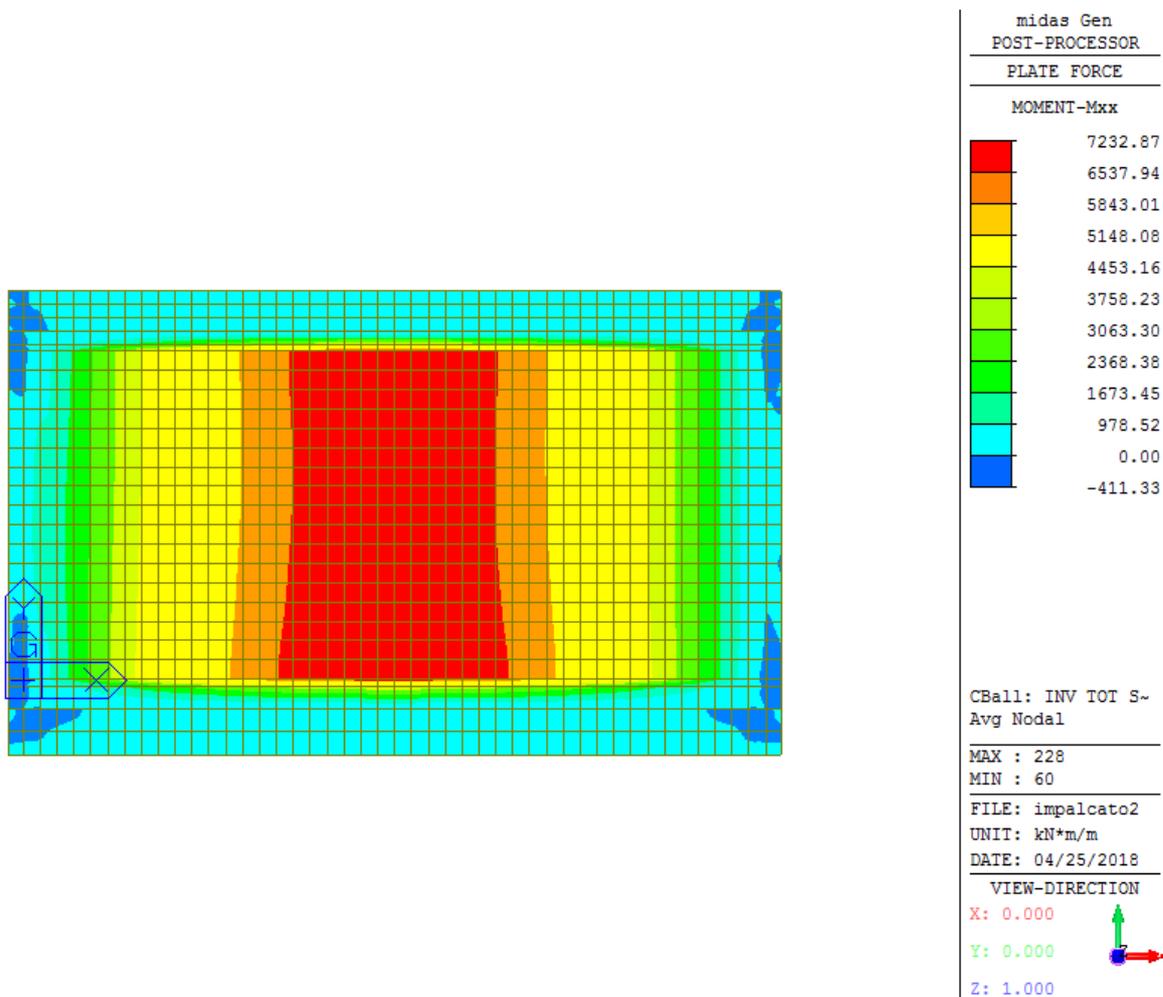


Figura 28 – Momenti flettenti Mxx sull'impalcato 2 – INV_SLU

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 SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 66 di 130
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato								

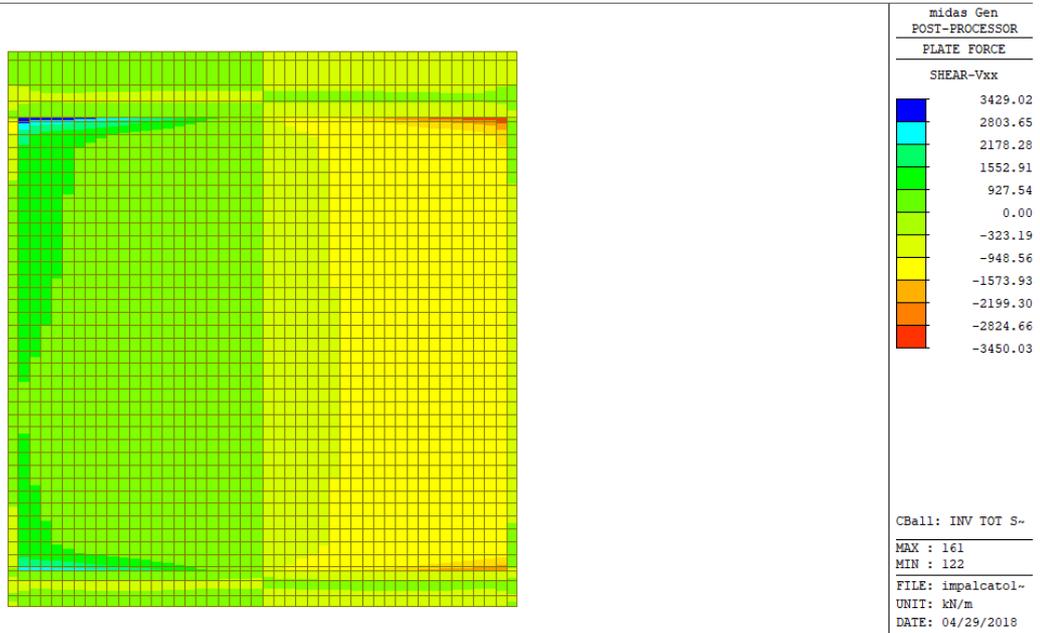


Figura 29 – Tagli Vxx sull'impalcato 1 – INV_SLU

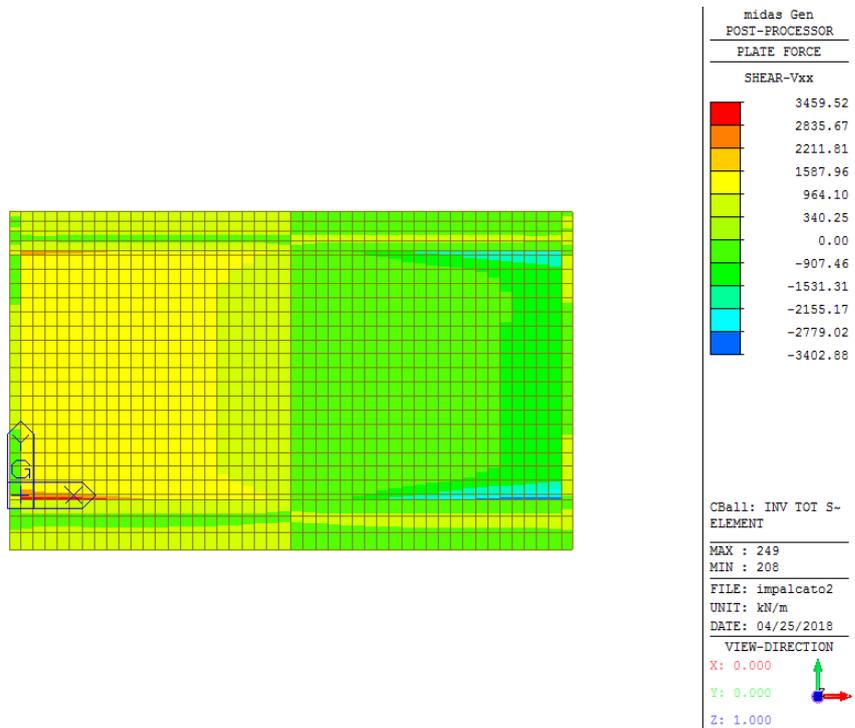


Figura 30 – Tagli Vxx sull'impalcato 2 – INV_SLU

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 SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 67 di 130
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato								

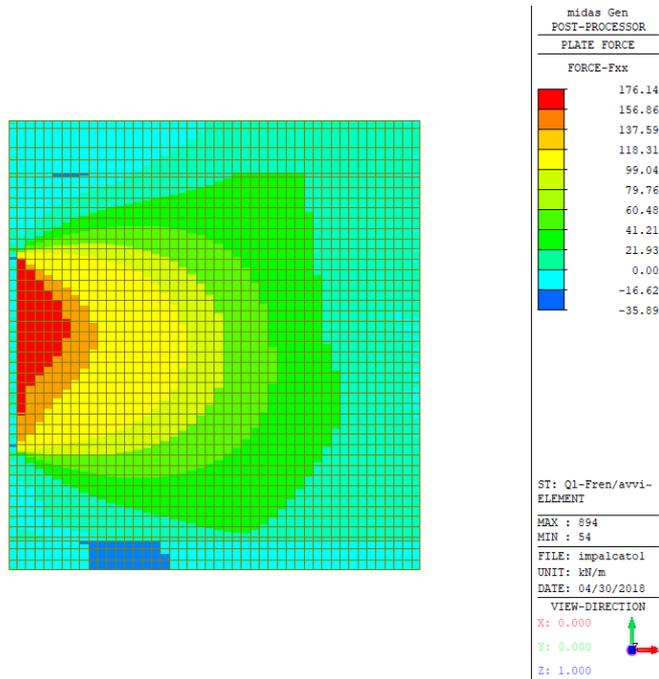


Figura 31 – Sforzi assiali Fxx sull'impalcato 1 – Frenatura/avviamento

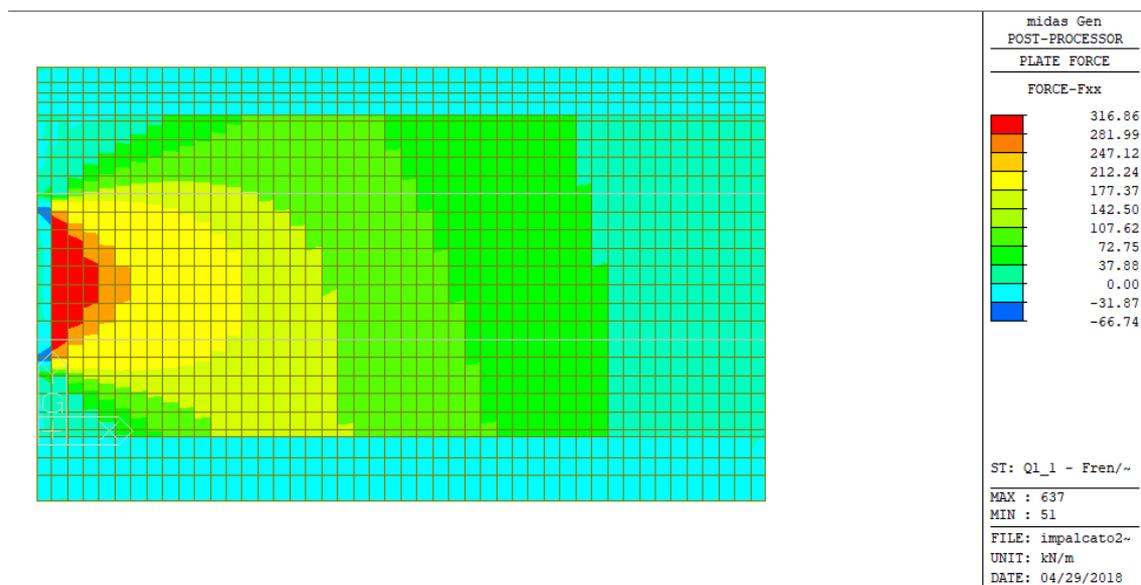


Figura 32 – Sforzi assiali Fxx sull'impalcato 2 – INV_SLU

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 68 di 130

11 VERIFICHE DI RESISTENZA

La verifiche sono condotte affidando la resistenza della sezione alle sole travi in acciaio, come previsto dal Manuale RFI. Essendo esse disposte ad un interasse di 0.577 m, le sollecitazioni sulla singola trave sono ottenute moltiplicando quelle derivanti dal modello (riferite ad una larghezza unitaria di impalcato) per l'interasse stesso.

La massima sollecitazione flettente si registra sull'impalcato 1 ed è pari a:

$$M_{\max} = 7285.19 \text{ kNm/m} \times 0.577 \text{ m} = 4203.55 \text{ kNm}$$

Lo sforzo assiale corrispondente è invece pari a:

$$N = 154 \text{ kNm/m} \times 0.577 \text{ m} = 88.86 \text{ kN}$$

Si riporta l'esito della verifica:

$$\sigma = M/W + N/A = 4203550000/20317200 + 88600/5512 = 206.9 + 16.1 = 223.1 \text{ MPa},$$

La tensione massima nell'acciaio è di 223.1 N/mm² ed è minore della tensione limite consentita pari invece a $f_{yk}/\gamma_{M0} = 355/1.05 = 338.1 \text{ N/mm}^2$. La verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il massimo taglio, considerando il valore di pico ottenuto dal modello dell' Impalcato 2 è pari a:

$$V_{\max} = 3459.52 \text{ kNm/m} \times 0.577 \text{ m} = 1996.1 \text{ kNm}$$

La tensione tangenziale massima è quindi pari a:

$$\tau = V_{\max} * S_{xp} / (S_p * J_p) = 93.3 \text{ N/mm}^2 < f_{yk} / (\gamma_{M0} * 3^{0.5}) = 195.2 \text{ N/mm}^2.$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 69 di 130

12 VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

Ai fini delle verifiche di deformabilità, come previsto dal manuale RFI, il calcestruzzo viene considerato interamente collaborante ai fini della determinazione dell'inerzia flessionale dell'impalcato.

Le verifiche allo stato limite di servizio, si eseguono per "combinazioni rare" delle azioni, e consistono nel limitare:

- l'inflessione nel piano verticale dell'impalcato (rotazioni agli appoggi);
- le deformazioni torsionali dell'impalcato (fenomeno dello sghembo);

Deve essere, altresì, verificata la condizione limite per il comfort dei passeggeri confrontando la freccia verticale sotto i treni di carico DI PROGETTO (incrementata per tenere conto degli effetti dinamici) con quella riportata nella *Specificazione RFI DTC SICS MA IFS 001 A* per la velocità della linea ove il ponte è situato.

12.1 VERIFICA DELLA ROTAZIONE DEGLI APPOGGI

Il valore limite:

$$\theta_{rl} = 8/H = 0.00571 \text{ rad,}$$

all'estremità dell'impalcato, dove H rappresenta la distanza del piano di regolamento del ballast o, nel caso di attacco diretto, del piano di posa della rotaia dal centro di rotazione dell'apparecchio di appoggio dell'impalcato, nel nostro caso H=1.4 m

Effetto del carico dinamizzato: $\theta_1 = 0.00147 \text{ rad}$ (da modello).

Effetto del gradiente termico $\Delta_{gt} = 10^\circ$ gradi tra estradosso e intradosso:

$$\theta_2 = L_b/2 \cdot \alpha \cdot \Delta_{gt} / S_{sn} = 0.00089 \text{ rad.}$$

$$\theta = \theta_1 + 0.6 \cdot \theta_2 = 0.00200 \text{ rad}$$

$$\theta = 0.00200 \text{ rad} < 0.00571 \text{ rad. (verifica soddisfatta)}$$

12.2 VERIFICA DELLO SGHEMBO

La verifica si effettua ipotizzando la presenza di un profilo metallico in corrispondenza di ciascuna rotaia e calcolando la differenza di abbassamento tra i due profili in corrispondenza della sezione posta a 3.00 m dall'appoggio considerando una distribuzione trasversale degli abbassamenti di tipo lineare.

Si considerano i seguenti effetti, prodotti dal treno LM71:

Gli effetti prodotti dal treno LM71 sono:

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 70 di 130

forza centrifuga: $M_{t11f} = 0 \text{ kNm/m}$
eccentricità del carico: $\varphi_3 * M_{t21f} = 16.3 \text{ kNm/m}$
sovravelevazione: $M_{t31f} = 0 \text{ kNm/m}$
vento: $0.6 * M_{t4} = 48 \text{ kNm/m}$
azione laterale: $M_{t5/L_b} = 10 \text{ kNm/m}$
Totale: $M_{ts_g} = 74.3 \text{ kNm/m}$

L'incremento e decremento di carico Δ_q prodotti sulle due travi considerate da tali effetti si valuta considerando la flessione su una striscia unitaria trasversale di impalcato avente sezione $b * h$ pari a $1.0 * B_{tr} = 1.0 * 4.0 \text{ m}$ e momento d'inerzia $J_u = 1.0 * 4.0^3 / 12 = 5.33 \text{ m}^4$.

- $\Delta_q = M_{ts_g} / J_u * s / 2 * I_p = 4.23 \text{ kN/m}$.

- $J_{sg} = J_d / N_{pd} = 2321441.0 \text{ cm}^4$

per una trave con il relativo calcestruzzo di influenza.

La freccia verticale a 3.0 metri dall'appoggio vale:

$$\Delta_{dsg} = 1/24 * D_q * L_b^4 * (k_3 - 2 * k_3^3 + k_3^4) / (E_p * J_{sg})$$

con: $k_3 = 3.0 / L_b = 0.13636$ per cui si ottiene:

$$\Delta_{dsg} = 1.114 \text{ mm}$$

pertanto le due travi subiscono una differenza di deformazione pari a:

$$D_{sg} = 2 * \Delta_{dsg} = 2.229 \text{ mm} < 3.0 \text{ mm. (verifica soddisfatta).$$

12.3 VERIFICA DELLA FRECCIA PER CARICHI DINAMIZZATI

Il valore limite vale:

$$\bar{\delta}_{dl} = L_b / K_{dl} = 2200 / 1000 = 22 \text{ mm}$$

$\bar{\delta}_d = 10.55 \text{ mm (da modello)} < 22 \text{ mm (verifica soddisfatta)}$.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 71 di 130				

13 VERIFICHE BANCHINA

La banchina è costituita da una soletta in c.a. gettata in opera di spessore pari a 0.20 m poggiante su 4 muretti in c.a.. I due muretti esterni hanno spessore pari a 0.25 m mentre i due centrali hanno spessore pari a 0.20 m. In fase di getto è previsto l'utilizzo di lastre predalles autoportanti munite di armature a traliccio, impiegate come casseri a perdere (non collaboranti con la soletta in fase di esercizio). Ciascuna lastra predalla, di larghezza pari a 2.40 m, è dotata di 6 tralicci disposti ad interasse di circa 0.40 m. Esse vengono poggiate sulla sommità dei muretti verticali; la zona di appoggio sui muretti è di 4 cm per ciascuna delle due estremità delle lastre predalles.

Dopo la posa in opera delle predalles, si provvede alla posa dell'armatura trasversale e longitudinale della soletta e quindi al getto di quest'ultima fino a raggiungere lo spessore di progetto.

In base alla modalità costruttiva, si distinguono due fasi di funzionamento strutturale:

- 1^a fase: getto della soletta sostenuta dalle predalles;
- 2^a fase: maturazione della soletta gettata in opera sulla quale agiscono i carichi permanenti e variabili agenti sulla banchina.

Nel seguito si riportano le sollecitazioni di calcolo e le verifiche degli elementi strutturali, relativamente alle due fasi descritte.

13.1 VERIFICA DELLA PREDALLA (1[^] FASE)

Geometria e armatura della predalla

larghezza: 2400 mm

lunghezza: 2280 mm (luce netta = 2200 mm)

spessore: 4 mm

numero tralicci per lastra: 6

tralicci: H = 12.5 cm (8/12/8)

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 72 di 130

Carichi sulla predalla

L'azione agente sulla lastra predalla è dato dal suo peso proprio più il peso del calcestruzzo (armato) della soletta gettata in opera. Il carico per unità di lunghezza riferito alla larghezza della lastra e pari a 2.40 m, vale:

$$g_{1, \text{soletta}} = 0.24 \text{ m} * 2.40 * 25.00 \text{ kN/m}^3 = 14.40 \text{ kN/ml.}$$

Sollecitazioni di calcolo

Il massimo momento flettente nella sezione di mezzeria della predalla vale:

$$M_{\text{max, predalla}} = \gamma_G * g_{1, \text{soletta}} * L^2 / 8 = 1.35 * 14.40 \text{ kN/ml} * (2.28 \text{ m})^2 / 8 = 12.63 \text{ kN/m}^2$$

Il massimo sforzo di taglio nella sezione di appoggio della predalla vale:

$$M_{\text{max, predalla}} = \gamma_G * g_{1, \text{soletta}} * L / 2 = 1.35 * 14.40 \text{ kN/ml} * 2.28 \text{ m} / 2 = 22.16 \text{ kN/m}^2$$

- *Verifica a flessione*

Nelle tabelle seguenti si sintetizzano i risultati delle verifiche a flessione.

Con riferimento a quanto contenuto nelle tabelle si precisa che:

M_{Ed} è il momento di calcolo;

h è l'interasse tra i correnti del traliccio;

N_{Ed} è lo sforzo normale sul corrente, che si intende di compressione per il corrente compresso e di trazione per quello teso;

Φ, A, n sono il diametro, l'area e il numero di correnti del traliccio;

Φ', A' sono il diametro e l'area di eventuali armature aggiuntive;

I è il momento di inerzia della sezione;

l_0 è la lunghezza libera di inflessione.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 73 di 130

Verifica corrente inferiore teso

VERIFICHE DEI CORRENTI INFERIORI				
<i>GEOMETRIA E CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE</i>				
Dati Tensionali				
<i>Acciaio</i>	<i>E</i>	<i>f_{v,k}</i>	<i>γ_{M0}</i>	
	[MPa]	[MPa]	[adim]	
B450C	210000	450	1.05	
Caratteristiche Geometriche				
<i>Corrente inferiore</i>	<i>h</i>	<i>n</i>	<i>φ</i>	<i>A</i>
	[mm]	[adim]	[mm]	[mm ²]
	120	12	8	50
VERIFICHE				
Verifiche di resistenza a trazione				
<i>M_{ed}</i>	<i>N_{ed}</i>	<i>N_{pl,Rd}</i>	<i>N_{Ed}/N_{Rd}</i>	Verificato
[kNm]	[kN]	[kN]	[adim]	
12.63	8.8	21.5	0.41	

Verifica corrente superiore compresso

VERIFICHE CORRENTI SUPERIORI					
<i>GEOMETRIA E CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE</i>					
Dati Tensionali					
<i>Acciaio</i>	<i>E</i>	<i>f_{v,k}</i>	<i>f_{tk}</i>	<i>γ_{M1}</i>	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[adim]	
B450C	210000	450	540	1.05	
Caratteristiche Geometriche					
<i>Corrente superiore</i>	<i>h</i>	<i>n</i>	<i>φ</i>	<i>A</i>	<i>I</i>
	[mm]	[-]	[mm]	[mm ²]	[mm ⁴]
	120	6	12	113	1018
VERIFICHE					
Verifiche di stabilità asta compressa					
<i>M_{ed}</i>	<i>N_{ed}</i>	<i>l₀</i>	<i>N_{cr}</i>	<i>λ_{seg.}</i>	<i>è necessaria la verifica di stabilità</i>
[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[adim.]	
12.63	17.5	200	53	0.98	
<i>α</i>	<i>φ</i>	<i>χ</i>	<i>N_{b,Rd}</i>	<i>N_{Ed}/N_{b,Rd}</i>	Verificato
[adim.]	[adim.]	[adim.]	[kN]	[adim.]	
0.49	1.17	0.55	27	0.66	

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 74 di 130

- *Verifica a taglio*

VERIFICHE STAFFE						
<i>GEOMETRIA E CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE</i>						
Dati Tensionali						
<i>Acciaio</i>	<i>E</i>	<i>f_{yk}</i>	<i>f_{tk}</i>		<i>γ_{M0}</i>	<i>γ_{M1}</i>
	[MPa]	[MPa]	[MPa]		[adim]	[adim]
B450C	210000	450	540		1.05	1.05
Caratteristiche Geometriche						
<i>Staffa traliccio</i>	<i>n</i>	<i>α</i>	<i>β</i>	<i>φ</i>	<i>A</i>	<i>I</i>
	[-]	[°]	[°]	[mm]	[mm ²]	[mm ⁴]
	12	51	23	8	50	201
VERIFICHE						
Verifiche di stabilità asta compressa						
<i>T_{ed}</i>	<i>N_{ed}</i>	<i>l₀</i>	<i>N_{cr}</i>	<i>λ_{reg}</i>	<i>è necessaria la verifica di stabilità</i>	
[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[adim.]		
22.16	2.6	200	10	1.47		
<i>α</i>	<i>φ</i>	<i>χ</i>	<i>N_{b,Rd}</i>	<i>N_{Ed}/N_{b,Rd}</i>	Verificato	
[adim.]	[adim.]	[adim.]	[kN]	[adim.]		
0.49	1.90	0.32	7	0.37		

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 75 di 130

13.2 VERIFICA DELLA SOLETTA (2^a FASE)

Lo schema di calcolo è quello di trave continua su 4 appoggi. Le luci di calcolo delle campate sono, nell'ordine, 2.31 m, 2.40 m e 2.31 m.

L'analisi è stata eseguita considerando per i carichi variabili diverse distribuzioni (schemi a scacchiera) al fine di massimizzare le sollecitazioni sulla soletta.

Le azioni agenti sulla banchina in fase di esercizio sono:

- peso proprio soletta + predalla $0.24 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 6.00 \text{ kN/m}^2$
- carichi permanenti (finitura) $= 1.00 \text{ kN/m}^2$
- carichi variabili (personale autorizzato per manutenzione) $= 10.00 \text{ kN/m}^2$

Si riportano le sollecitazioni di calcolo allo SLU ed allo SLE relative alla banchina.

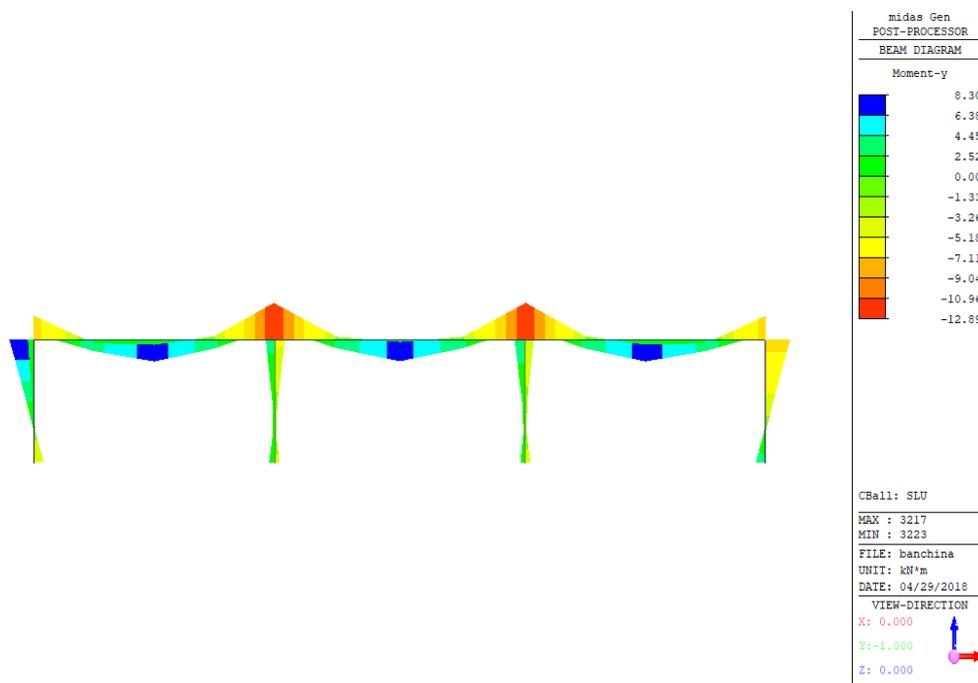


Figura 33 – Momenti flettenti My sulla banchina - SLU

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 SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 76 di 130
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato								

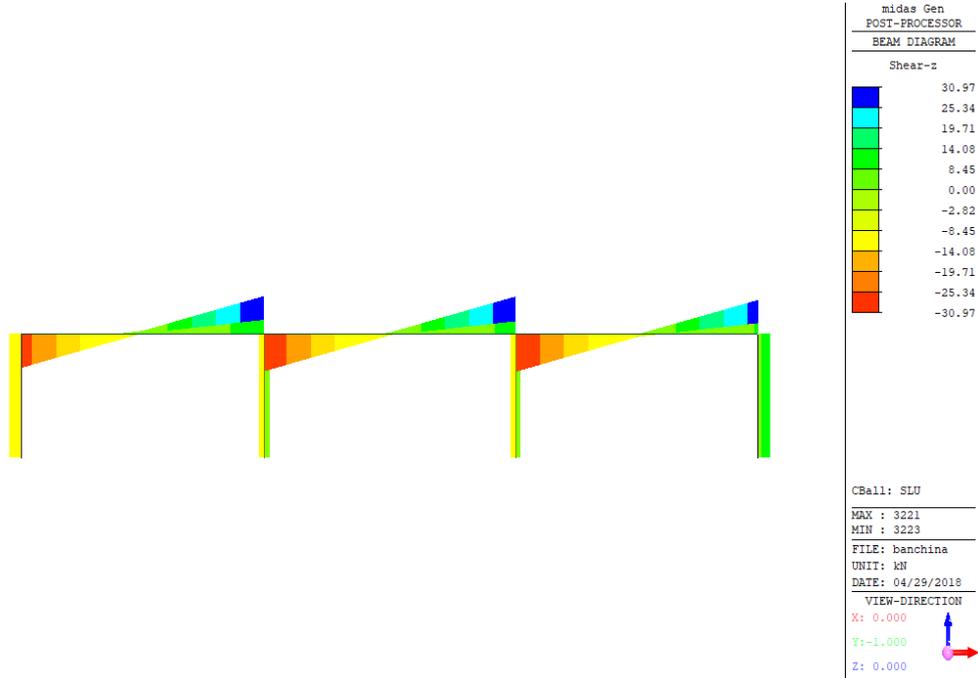


Figura 34 – Tagli Fz sulla banchina - SLU

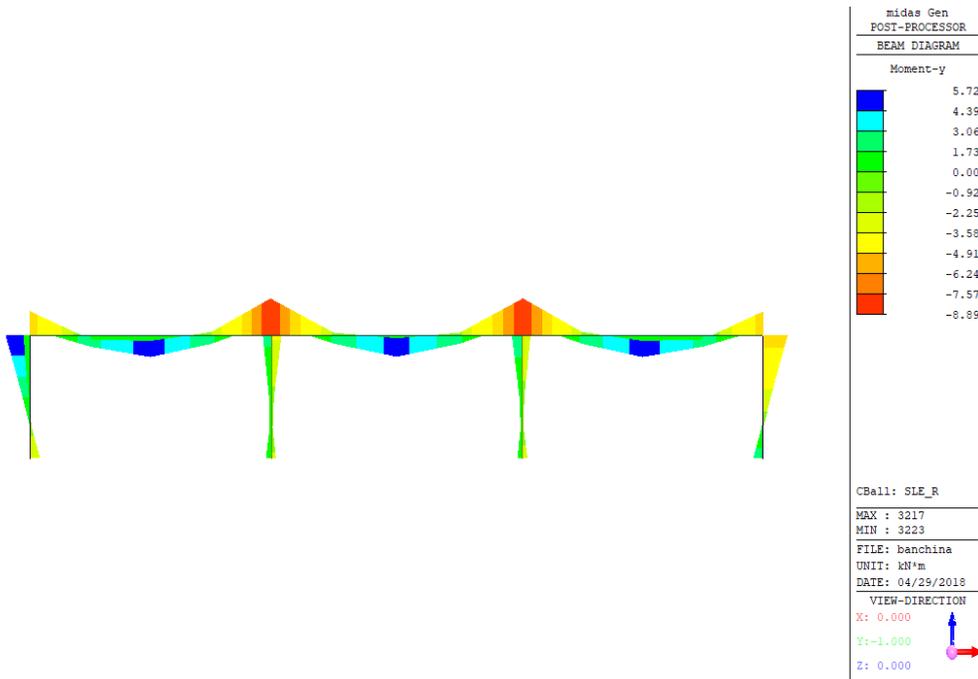


Figura 35 – Momenti My sulla banchina – SLE_Rara

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 Relazione di calcolo impalcato	<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>SL.0.2.00.001</td> <td>B</td> <td>77 di 130</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	77 di 130
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	77 di 130								

- *Verifica a flessione*

Armatura longitudinale inferiore $\Phi 16/20$, armatura superiore $\Phi 16/20$.

La verifica verrà condotta facendo riferimento al valore di momento massimo ottenuto dall'analisi per la combinazione di carico più gravosa.

Med= -12.89 kN m/m.

Si riporta l'esito della verifica a momento negativo.

Titolo : Verifica soletta banchina

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	20	1	10,05	4,8
			2	10,05	15,2

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} kN m

Materiali: **B450C** **C32/40**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Tipo Sezione: Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett.
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello
 Precompresso

Figura 36 – Verifica a Flessione My

Mrd>Med; verifica soddisfatta.

Si evidenzia che, essendo l'armatura inferiore simmetrica rispetto a quella superiore, la verifica a momento positivo è automaticamente soddisfatta.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	78 di 130

- *Verifica a taglio*

Si riporta l'esito della verifica per sezioni senza armature trasversali resistenti a taglio:

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008							
Materiali		Geometria sezione		Armatura longitudinale		Sollecitazioni di calcolo	
Calcestruzzo		b [mm]	1000	n° barre	5	N _{Ed} [kN]	0
R _{ck} [Mpa]	40	h [mm]	200	diámetro	16	V _{Ed} [kN]	30.97
f _{ck} [Mpa]	33.2	c [mm]	48	Area [mm ²]	1004.8		
f _{cd} [Mpa]	18.8	d [mm]	152				
Acciaio				Parametri di verifica		VERIFICA	
f _{yk} [Mpa]	450			k	2.00	Sezione non armata a taglio	
f _{yd} [Mpa]	391.3			V _{min}	0.57	V _{Rd} [kN]	102.14
				ρ _l	0.007		Verificato
				σ _{cp}	0.000		

Figura 37 - Verifica a taglio Fz

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 Relazione di calcolo impalcato	<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>SL.0.2.00.001</td> <td>B</td> <td>79 di 130</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	79 di 130
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	79 di 130								

- *Verifica a fessurazione*

La verifica è condotta facendo riferimento al valore di momento massimo ottenuto dall'analisi per la combinazione di carico (rara) più gravosa.

Titolo: Verifica fessurazione soletta banchina

N° figure elementari: Zoom N° strati barre: Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	20

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	4,8
2	10,05	15,2

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: yN:

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali:
B450C **C32/40**
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -1,188 N/mm²
 σ_c 1,188 N/mm²
 ϵ_s 0,04634 ‰

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

Figura 38 – Verifica a fessurazione My

Per la verifica allo stato limite di formazione delle fessure, la massima tensione di trazione nel calcestruzzo deve essere inferiore al limite convenzionale stabilito dalla normativa.

Poiché risulta

$$\sigma_c = 1.188 \text{ N/mm}^2 > f_{ctm}/1.2 = 2.358 \text{ N/mm}^2$$

la sezione è non fessurata.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 80 di 130

- *Verifica tensionale*

La verifica verrà condotta facendo riferimento al valore di momento massimo ottenuto dall'analisi per la combinazione di carico (rara e quasi permanente) più gravosa.

Titolo : Verifica tensionale soletta banchina

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	20

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	4,8
2	10,05	15,2

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

ϵ_{su}	<input type="text" value="67,5"/>	‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/>	‰
f_{yd}	<input type="text" value="391,3"/>	N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3,5"/>	‰
E_s	<input type="text" value="200.000"/>	N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="18,13"/>	
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>		f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0,8"/>	?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1,957"/>	‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12,25"/>	
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/>	N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0,7333"/>	
			τ_{c1}	<input type="text" value="2,114"/>	

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

Figura 39 – Verifiche tensionali My

$$\sigma_c = -2.389 < \sigma_{c, \max R} = 0.6 * f_{ck} = 17.43 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 66.66 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{s, \max} = 0.8 * f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$$

La verifica tensionale per combinazione di carico Quasi Permanente risulta automaticamente soddisfatta in quanto il valore di tensione del calcestruzzo calcolato in combinazione Rara risulta inferiore anche al limite di tensione in combinazione Quasi Permanente. Per tale ragione si omette la verifica tensionale per combinazione di carico Quasi Permanente.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 81 di 130

13.3 VERIFICHE SBALZO

Si riporta la verifica dello sbalzo lato Nord dell'impalcato 1 lungo 2.40 m di spessore variabile tra 0.40 e 0.50 m, con 2.0m calpestabili ed al termine del quale è previsto un parapetto in c.a. di altezza 1.55 m e spessore 0.40m. Si considerano:

- azioni da peso strutturale;
- permanenti portati pari a 1.0 kPa per la finitura e 8 kN/m per una eventuale barriera antirumore fino a 4 m dal piano del ferro;
- vento pari a 2,5 kPa;
- sovraccarico accidentale da 10 kPa.

SLU con vento uscente

Su una sezione di larghezza 1m si ha:

$$V_{Sd} = 1.35 \cdot 25 \cdot 0.45 \cdot 2.4 + 1.35 \cdot 25 \cdot 0.4 \cdot 1.55 + 1.5 \cdot 8 + 1.5 \cdot 2 \cdot 1 + 1.5 \cdot 2 \cdot 10 = 36.45 + 20.93 + 12 + 3 + 30 = 102.38 \text{ kN};$$

$$M_{Sd} = -36.45 \cdot 2.4 / 2 - 20.93 \cdot 2.2 - 12 \cdot 2.2 + 3 \cdot 1 - 30 \cdot 1 - 1.5 \cdot 2.5 \cdot 3.5 \cdot 2 = -43.74 - 46.05 - 26.40 - 3 - 30 - 26.26 = -175.45 \text{ kNm};$$

$$N_{Sd} = 1.5 \cdot 2.5 \cdot 3.5 = 13.13 \text{ kN (trazione)}$$

Vento entrante

Su una sezione di larghezza 1m si ha:

$$M_{Sd \text{ vo}} = 1.5 \cdot 2.5 \cdot 3.5 \cdot 2 = 26.26 \text{ kNm (vento orizzontale)}$$

$$M_{Sd \text{ vv}} = 1.5 \cdot 2.5 \cdot 2.4 \cdot 1.2 = 10.8 \text{ kNm (vento dal basso verso l'alto);}$$

Considerando la combinazione più sfavorevole, con coefficienti unitari per pesi propri e permanenti si ha:

$$M_{Sd \text{ comb}} = -32.4 - 34.1 - 17.6 - 2 + 26.26 + 10.8 = -49.04 \text{ kNm (restano tese le fibre superiori)}$$

$$N_{Sd \text{ v}} = 1.5 \cdot 2.5 \cdot 3.5 = 13.13 \text{ kN (compressione).}$$

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 Relazione di calcolo impalcato	<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>SL.0.2.00.001</td> <td>B</td> <td>82 di 130</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	82 di 130
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	82 di 130								

Armando con $\phi 20/20$ superiormente e $\phi 12/20$ inferiormente si ha:

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	6
2	5.65	44

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -13.13 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
B450C C32/40
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18.81 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

Tipi
Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato
Tipo sezione: Rettan.re
Tipo flessione: Retta
Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso

M_{xRd} -260 kNm
 σ_c -18.81 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 29.43 ‰
d 44 cm
x 4.677 x/d 0.1063
 δ 0.7

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	6
2	5.65	44

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 13.13 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
B450C C30/37
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{c1} 2.029

Tipi
Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato
Tipo sezione: Rettan.re
Tipo flessione: Retta
Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso

M_{xRd} 111.9 kNm
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 31.05 ‰
d 44 cm
x 4.458 x/d 0.1013
 δ 0.7

$M_{Rd} > M_{Sd}$, verifica soddisfatta!

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 83 di 130

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008

Materiali

<i>Calcestruzzo</i>	
Rck [Mpa]	40
fck [Mpa]	33.2
fcid [Mpa]	18.8

<i>Acciaio</i>	
fyk [Mpa]	450
fyd [Mpa]	391.3

Geometria sezione

b [mm]	1000
h [mm]	500
c [mm]	60
d [mm]	440

Armatura longitudinale

n° barre	5
diametro	20
Area [mm ²]	1570

Armatura trasversale

Staffe Φ	0
n° bracci	0
A _{sw} [mm ²]	0
s [mm]	0

Sollecitazioni di calcolo

N _{Ed} [kN]	-13.13
V _{Ed} [kN]	102.38

VERIFICA

Sezione non armata a taglio	
V _{Rd} [kN]	199.78
Verificato	

SLE Rara

$$M_{Sd} = 43.74/1.35 + 46.05/1.35 + 26.40/1.5 + 3/1.5 + 30/1.5 + 26.26/1.5 = 32.4 + 34.11 + 17.6 + 2 + 20 +$$

$$17.51 = 123.62 \text{ kNm};$$

$$N_{Sd} = 8.75 \text{ kN}.$$

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.2.00.001 B 84 di 130					

Tipo di combinazione SLE			
Comb.	Rara (IF)		
Materiali			
Cls	C32/40	f_{ctm}	3.10 MPa E_c 33643 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk}	450 MPa E_s 210000 MPa
			α_e 6.24
Ipotesi di calcolo			
Cond. ambientali	Aggressive		
Tipo di armature	Poco sensibili		
Tipi di carichi	Lunga durata		
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione			
M_{Ed}	123.62 kNm	Sollecitazione flettente	
N_{Ed}	0.78 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)	
B	1000 mm	d	440 mm
h	500 mm	$h_{c,eff}$	124.4 mm
x	127 mm	$A_{c,eff}$	124414.3 mm ²
$ricopr.$	50 mm		
Caratteristiche dell'armatura tesa			
Spaziatura	200 mm	A_s	1570 mm ²
n. ferri	5	ρ_{eff}	0.013
ϕ	20 mm	σ_s	33.76 MPa
Calcolo della deformazione unitaria media delle barre			
k_t	0.4 <i>coefficiente dipendente dalla durata dei carichi</i>		
ϵ_{sm}	0.0000965 <i>deformazione unitaria media delle barre</i>		
Calcolo della distanza massima tra le fessure			
$5(c+\phi/2)$	300 mm	> della spaziatura fra i ferri	
k_1	0.8		
k_2	1	(<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione)	
k_3	3.4		
k_4	0.425		
Δ_{smax}	708.86 mm	(Eq. C.4.1.17) <i>distanza massima fra le fessure</i>	
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica			
$w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$	0.068 mm	(Eq. C.4.1.15)	
w_{amm}	0.200 mm	> w_d : LA VERIFICA E' SODDISFATTA	

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 Relazione di calcolo impalcato	<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>SL.0.2.00.001</td> <td>B</td> <td>85 di 130</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	85 di 130
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	85 di 130								

Verifica tensionale

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	6
2	5.65	44

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma della sezione:

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-8.75"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-123.62"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord. [cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E_s	<input type="text" value="200,000"/> N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="18.81"/> N/mm²
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12.25"/> N/mm²
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0.7333"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="2.114"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Verifica soddisfatta sia allo SLE Raro che con i limiti del Quasi Permanente.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 86 di 130

13.4 VERIFICHE ALL'URTO

In accordo con il par. 3.6.6.3.1 delle NTC 2008, viene considerata l'azione dell'urto su elementi strutturali orizzontali al di sopra della strada. La forza risultante di collisione F da utilizzare per le verifiche è data da:

$F = r F_{dt}$, dove r è pari ad 1 per altezze fino a 5m, ed F_{dt} è pari a 750 kN (stada locale).

Considerando la forza agente tutta su un lato, sull' allineamento degli appoggi agisce una forza di 750 kN. Le strutture sono state dimensionate per resistere ad una azione tagliante (sismica) di 6384 per l'impalcato 1 e 3484 kN per l'impalcato 2. Pertanto tutte le verifiche risultano automaticamente soddisfatte.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 87 di 130

14 REAZIONI AGLI APPOGGI

14.1.1 Involuppi delle combinazioni di carico IMPALCATO 1

Nella tabella seguente si riportano le reazioni massime e minime agli appoggi per l'involuppo delle combinazioni di carico agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio, per il dimensionamento degli appoggi, relative all'impalcato 1.



Figura 40 – Numerazione appoggi IMPALCATO 1

F_x = reazione in direzione longitudinale

F_y = reazione in direzione trasversale

F_z = reazione in direzione verticale

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	88 di 130

Node	Load	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)
1	SLE-QP	0	0	809
2	SLE-QP	0	0	589
3	SLE-QP	0	0	445
4	SLE-QP	0	0	364
5	SLE-QP	0	0	322
6	SLE-QP	0	0	304
7	SLE-QP	0	0	299
8	SLE-QP	0.0	0	299
9	SLE-QP	0	0	302
10	SLE-QP	0	0	306
11	SLE-QP	0	0	309
12	SLE-QP	0	0	311
13	SLE-QP	0	0	312
14	SLE-QP	0	1	312
15	SLE-QP	0	1	311
16	SLE-QP	0	1	310
17	SLE-QP	0	0	309
18	SLE-QP	0	0	307
19	SLE-QP	0	0	306
20	SLE-QP	0	0	305
21	SLE-QP	0	0	305
22	SLE-QP	0	0	304
23	SLE-QP	0	0	304
24	SLE-QP	0	0	304
25	SLE-QP	0	0	305
26	SLE-QP	0	0	305
27	SLE-QP	0	0	307
28	SLE-QP	0	0	308
29	SLE-QP	0	0	311
30	SLE-QP	0	0	315
31	SLE-QP	0	0	320
32	SLE-QP	0	0	326

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 89 di 130

33	SLE-QP	0	0	336
34	SLE-QP	0	0	347
35	SLE-QP	0	0	360
36	SLE-QP	0	0	354
1001	SLE-QP	0	0	809
1002	SLE-QP	0	0	589
1003	SLE-QP	0	0	445
1004	SLE-QP	0	0	364
1005	SLE-QP	0	0	322
1006	SLE-QP	0	0	304
1007	SLE-QP	0	0	299
1008	SLE-QP	0	0	299
1009	SLE-QP	2	0	302
1010	SLE-QP	2	0	306
1011	SLE-QP	1	0	309
1012	SLE-QP	1	0	311
1013	SLE-QP	1	0	312
1014	SLE-QP	0	0	312
1015	SLE-QP	0	0	311
1016	SLE-QP	0	0	310
1017	SLE-QP	0	0	309
1018	SLE-QP	0	0	307
1019	SLE-QP	-1	0	306
1020	SLE-QP	-1	-1	305
1021	SLE-QP	-1	-1	305
1022	SLE-QP	-1	-1	304
1023	SLE-QP	-1	0	304
1024	SLE-QP	-1	0	304
1025	SLE-QP	-1	0	305
1026	SLE-QP	-1	0	305
1027	SLE-QP	-1	0	307
1028	SLE-QP	0	0	308
1029	SLE-QP	0	0	311
1030	SLE-QP	0	0	315
1031	SLE-QP	0	0	320
1032	SLE-QP	0	0	326
1033	SLE-QP	0	0	336

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 90 di 130

1034	SLE-QP	0	0	347
1035	SLE-QP	0	0	360
1036	SLE-QP	0	0	354
1	INV SLU-statMax	0	0	1724
2	INV SLU-statMax	0	0	1301
3	INV SLU-statMax	0	0	1023
4	INV SLU-statMax	0	0	870
5	INV SLU-statMax	0	0	788
6	INV SLU-statMax	0	0	745
7	INV SLU-statMax	0	0	736
8	INV SLU-statMax	0	0	742
9	INV SLU-statMax	0	0	751
10	INV SLU-statMax	0	0	759
11	INV SLU-statMax	0	0	761
12	INV SLU-statMax	0	0	745
13	INV SLU-statMax	0	0	717
14	INV SLU-statMax	0	-56	692
15	INV SLU-statMax	0	-56	665
16	INV SLU-statMax	0	-56	633
17	INV SLU-statMax	0	-56	600
18	INV SLU-statMax	0	-56	576
19	INV SLU-statMax	0	-56	556
20	INV SLU-statMax	0	-56	540
21	INV SLU-statMax	0	-57	527
22	INV SLU-statMax	0	-57	518
23	INV SLU-statMax	0	0	518
24	INV SLU-statMax	0	0	524
25	INV SLU-statMax	0	0	536
26	INV SLU-statMax	0	0	552
27	INV SLU-statMax	0	0	574
28	INV SLU-statMax	0	0	602
29	INV SLU-statMax	0	0	636
30	INV SLU-statMax	0	0	672
31	INV SLU-statMax	0	0	703
32	INV SLU-statMax	0	0	722
33	INV SLU-statMax	0	0	749
34	INV SLU-statMax	0	0	808

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 91 di 130

35	INV SLU-statMax	0	0	891
36	INV SLU-statMax	0	0	952
1001	INV SLU-statMax	0	0	1722
1002	INV SLU-statMax	0	0	1280
1003	INV SLU-statMax	0	0	991
1004	INV SLU-statMax	0	0	833
1005	INV SLU-statMax	0	0	753
1006	INV SLU-statMax	0	0	709
1007	INV SLU-statMax	0	0	690
1008	INV SLU-statMax	0	0	698
1009	INV SLU-statMax	220	0	713
1010	INV SLU-statMax	216	0	729
1011	INV SLU-statMax	213	0	738
1012	INV SLU-statMax	210	0	736
1013	INV SLU-statMax	207	0	716
1014	INV SLU-statMax	204	18	692
1015	INV SLU-statMax	201	18	667
1016	INV SLU-statMax	198	17	638
1017	INV SLU-statMax	196	17	609
1018	INV SLU-statMax	193	17	586
1019	INV SLU-statMax	191	16	567
1020	INV SLU-statMax	190	16	553
1021	INV SLU-statMax	188	15	544
1022	INV SLU-statMax	187	15	539
1023	INV SLU-statMax	186	0	537
1024	INV SLU-statMax	185	0	540
1025	INV SLU-statMax	184	0	548
1026	INV SLU-statMax	183	0	558
1027	INV SLU-statMax	182	0	570
1028	INV SLU-statMax	0	0	588
1029	INV SLU-statMax	0	0	618
1030	INV SLU-statMax	0	0	648
1031	INV SLU-statMax	0	0	676
1032	INV SLU-statMax	0	0	705
1033	INV SLU-statMax	0	0	746
1034	INV SLU-statMax	0	0	805
1035	INV SLU-statMax	0	0	889

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 92 di 130

1036	INV SLU-statMax	0	0	959
1	INV SLVabs max	0	0	1004
2	INV SLVabs max	0	0	731
3	INV SLVabs max	0	0	550
4	INV SLVabs max	0	0	449
5	INV SLVabs max	0	0	398
6	INV SLVabs max	0	0	375
7	INV SLVabs max	0	0	370
8	INV SLVabs max	0	0	373
9	INV SLVabs max	0	0	382
10	INV SLVabs max	0	0	410
11	INV SLVabs max	0	0	453
12	INV SLVabs max	0	0	504
13	INV SLVabs max	0	0	550
14	INV SLVabs max	0	1148	547
15	INV SLVabs max	0	1145	497
16	INV SLVabs max	0	1144	438
17	INV SLVabs max	0	1143	387
18	INV SLVabs max	0	1142	371
19	INV SLVabs max	0	1142	385
20	INV SLVabs max	0	-1143	436
21	INV SLVabs max	0	-1144	494
22	INV SLVabs max	0	-1147	545
23	INV SLVabs max	0	0	547
24	INV SLVabs max	0	0	501
25	INV SLVabs max	0	0	451
26	INV SLVabs max	0	0	410
27	INV SLVabs max	0	0	383
28	INV SLVabs max	0	0	379
29	INV SLVabs max	0	0	378
30	INV SLVabs max	0	0	380
31	INV SLVabs max	0	0	385
32	INV SLVabs max	0	0	391
33	INV SLVabs max	0	0	401
34	INV SLVabs max	0	0	412
35	INV SLVabs max	0	0	425
36	INV SLVabs max	0	0	418

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 93 di 130
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				

1001	INV SLVabs max	0	0	1003
1002	INV SLVabs max	0	0	729
1003	INV SLVabs max	0	0	553
1004	INV SLVabs max	0	0	457
1005	INV SLVabs max	0	0	411
1006	INV SLVabs max	0	0	392
1007	INV SLVabs max	0	0	376
1008	INV SLVabs max	0	0	373
1009	INV SLVabs max	1028	0	377
1010	INV SLVabs max	1025	0	410
1011	INV SLVabs max	1022	0	457
1012	INV SLVabs max	1019	0	510
1013	INV SLVabs max	1017	0	554
1014	INV SLVabs max	1014	1150	551
1015	INV SLVabs max	1012	1148	499
1016	INV SLVabs max	1010	1146	439
1017	INV SLVabs max	-1009	-1145	387
1018	INV SLVabs max	-1008	-1145	371
1019	INV SLVabs max	-1007	-1145	385
1020	INV SLVabs max	-1006	-1146	436
1021	INV SLVabs max	-1005	-1147	495
1022	INV SLVabs max	-1004	-1149	547
1023	INV SLVabs max	-1003	0	551
1024	INV SLVabs max	-1003	0	506
1025	INV SLVabs max	-1002	0	455
1026	INV SLVabs max	-1002	0	411
1027	INV SLVabs max	-1002	0	377
1028	INV SLVabs max	0	0	376
1029	INV SLVabs max	0	0	382
1030	INV SLVabs max	0	0	396
1031	INV SLVabs max	0	0	403
1032	INV SLVabs max	0	0	404
1033	INV SLVabs max	0	0	406
1034	INV SLVabs max	0	0	415
1035	INV SLVabs max	0	0	424
1036	INV SLVabs max	0	0	429
1	INV SLE-Rabs max	0	0	1209

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B
					PAGINA 94 di 130	

2	INV SLE-Rabs max	0	0	914
3	INV SLE-Rabs max	0	0	721
4	INV SLE-Rabs max	0	0	614
5	INV SLE-Rabs max	0	0	556
6	INV SLE-Rabs max	0	0	527
7	INV SLE-Rabs max	0	0	520
8	INV SLE-Rabs max	0	0	524
9	INV SLE-Rabs max	0	0	531
10	INV SLE-Rabs max	0	0	536
11	INV SLE-Rabs max	0	0	538
12	INV SLE-Rabs max	0	0	527
13	INV SLE-Rabs max	0	0	507
14	INV SLE-Rabs max	0	-76	490
15	INV SLE-Rabs max	0	-76	472
16	INV SLE-Rabs max	0	-76	450
17	INV SLE-Rabs max	0	-76	428
18	INV SLE-Rabs max	0	-76	411
19	INV SLE-Rabs max	0	-76	397
20	INV SLE-Rabs max	0	-77	386
21	INV SLE-Rabs max	0	-77	377
22	INV SLE-Rabs max	0	-78	371
23	INV SLE-Rabs max	0	0	371
24	INV SLE-Rabs max	0	0	375
25	INV SLE-Rabs max	0	0	383
26	INV SLE-Rabs max	0	0	394
27	INV SLE-Rabs max	0	0	409
28	INV SLE-Rabs max	0	0	428
29	INV SLE-Rabs max	0	0	452
30	INV SLE-Rabs max	0	0	477
31	INV SLE-Rabs max	0	0	498
32	INV SLE-Rabs max	0	0	512
33	INV SLE-Rabs max	0	0	531
34	INV SLE-Rabs max	0	0	572
35	INV SLE-Rabs max	0	0	630
36	INV SLE-Rabs max	0	0	673
1001	INV SLE-Rabs max	0	0	1208
1002	INV SLE-Rabs max	0	0	900

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 95 di 130

1003	INV SLE-Rabs max	0	0	698
1004	INV SLE-Rabs max	0	0	588
1005	INV SLE-Rabs max	0	0	533
1006	INV SLE-Rabs max	0	0	502
1007	INV SLE-Rabs max	0	0	489
1008	INV SLE-Rabs max	0	0	494
1009	INV SLE-Rabs max	150	0	504
1010	INV SLE-Rabs max	148	0	515
1011	INV SLE-Rabs max	146	0	522
1012	INV SLE-Rabs max	144	0	521
1013	INV SLE-Rabs max	142	0	507
1014	INV SLE-Rabs max	140	-43	491
1015	INV SLE-Rabs max	138	-43	473
1016	INV SLE-Rabs max	136	-43	453
1017	INV SLE-Rabs max	134	-43	434
1018	INV SLE-Rabs max	132	-43	417
1019	INV SLE-Rabs max	131	-43	405
1020	INV SLE-Rabs max	130	-44	395
1021	INV SLE-Rabs max	129	-44	389
1022	INV SLE-Rabs max	128	-44	385
1023	INV SLE-Rabs max	127	0	384
1024	INV SLE-Rabs max	126	0	386
1025	INV SLE-Rabs max	126	0	391
1026	INV SLE-Rabs max	125	0	398
1027	INV SLE-Rabs max	125	0	406
1028	INV SLE-Rabs max	0	0	419
1029	INV SLE-Rabs max	0	0	439
1030	INV SLE-Rabs max	0	0	460
1031	INV SLE-Rabs max	0	0	480
1032	INV SLE-Rabs max	0	0	500
1033	INV SLE-Rabs max	0	0	529
1034	INV SLE-Rabs max	0	0	570
1035	INV SLE-Rabs max	0	0	629
1036	INV SLE-Rabs max	0	0	677

Tabella 1 – Reazioni agli appoggi IMPALCATO 1

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.2.00.001 B 96 di 130	

SL02 -IMPALCATO 1												
	n.	N max SLU(kN)	VI SLV(kN)	Vt SLV(kN)	N max SLE(kN)	VI max SLE(kN)	Vt max SLE(kN)	N g1+g2 (kN)	N max SLV(kN)	N min SLV(kN)	El (mm)	Et (mm)
Fissi	9	1000	1050	1150	400	150	80	350	600	60	-	-
Uni long.	9	1000		1150	450		80	350	600	60	±125	-
Uni trasv.	10	1000	1050		400	150		350	600	60	-	±25
Multi M1	40	1050			750			450	600	450	±125	±25
Multi M2	4	1750			1250			850	1050	60	±125	±25
RITEGNO LONG.	16		2900									
RITEGNO TRASV.	4			11500								

14.1.2 Inviluppi delle combinazioni di carico IMPALCATO 2

Nella tabella seguente si riportano le reazioni massime e minime agli appoggi per l'inviluppo delle combinazioni di carico agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio, per il dimensionamento degli appoggi, relative all'impalcato 2.



Figura 41 – Numerazione appoggi IMPALCATO 2

F_x= reazione in direzione longitudinale

F_y= reazione in direzione trasversale

F_z= reazione in direzione verticale

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 97 di 130

Node	Load	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)
73	SLE-QP	0	0	333
74	SLE-QP	0	0	350
75	SLE-QP	0	0	345
76	SLE-QP	0	0	338
77	SLE-QP	0	0	332
78	SLE-QP	0	2	327
79	SLE-QP	0	1	323
80	SLE-QP	0	1	321
81	SLE-QP	0	1	319
82	SLE-QP	0	0	318
83	SLE-QP	0	0	318
84	SLE-QP	0	-1	321
85	SLE-QP	0	-2	327
86	SLE-QP	0	-2	340
87	SLE-QP	0	0	363
88	SLE-QP	0	0	399
89	SLE-QP	0	0	451
90	SLE-QP	0	0	496
1073	SLE-QP	0	0	333
1074	SLE-QP	0	0	350
1075	SLE-QP	0	0	345
1076	SLE-QP	0	0	338
1077	SLE-QP	0	0	332
1078	SLE-QP	0	2	327
1079	SLE-QP	-1	1	323
1080	SLE-QP	0	1	321
1081	SLE-QP	0	1	319
1082	SLE-QP	0	0	318
1083	SLE-QP	0	0	318
1084	SLE-QP	0	-1	321
1085	SLE-QP	1	-1	328
1086	SLE-QP	1	-2	340
1087	SLE-QP	0	0	363
1088	SLE-QP	0	0	399

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 98 di 130

1089	SLE-QP	0	0	451
1090	SLE-QP	0	0	496
73	INV SLVMax	0	0	412
74	INV SLVMax	0	0	438
75	INV SLVMax	0	0	446
76	INV SLVMax	0	0	462
77	INV SLVMax	0	0	477
78	INV SLVMax	0	611	470
79	INV SLVMax	0	610	439
80	INV SLVMax	0	609	407
81	INV SLVMax	0	608	397
82	INV SLVMax	0	607	389
83	INV SLVMax	0	607	396
84	INV SLVMax	0	606	408
85	INV SLVMax	0	606	441
86	INV SLVMax	0	607	484
87	INV SLVMax	0	0	513
88	INV SLVMax	0	0	534
89	INV SLVMax	0	0	575
90	INV SLVMax	0	0	621
1073	INV SLVMax	0	0	411
1074	INV SLVMax	0	0	445
1075	INV SLVMax	0	0	456
1076	INV SLVMax	0	0	468
1077	INV SLVMax	0	0	476
1078	INV SLVMax	1150	612	466
1079	INV SLVMax	1148	611	444
1080	INV SLVMax	1147	609	426
1081	INV SLVMax	1147	609	424
1082	INV SLVMax	1146	608	418
1083	INV SLVMax	1147	607	423
1084	INV SLVMax	1148	607	425
1085	INV SLVMax	1149	607	446
1086	INV SLVMax	1151	607	478
1087	INV SLVMax	0	0	510
1088	INV SLVMax	0	0	540
1089	INV SLVMax	0	0	585

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 99 di 130

1090	INV SLVMax	0	0	630
73	INV SLU-statMin	0	0	349
74	INV SLU-statMin	0	0	363
75	INV SLU-statMin	0	0	356
76	INV SLU-statMin	0	0	348
77	INV SLU-statMin	0	0	343
78	INV SLU-statMin	0	-52	338
79	INV SLU-statMin	0	-53	335
80	INV SLU-statMin	0	-54	332
81	INV SLU-statMin	0	-55	331
82	INV SLU-statMin	0	-56	330
83	INV SLU-statMin	0	-57	329
84	INV SLU-statMin	0	-57	327
85	INV SLU-statMin	0	-58	324
86	INV SLU-statMin	0	-60	327
87	INV SLU-statMin	0	0	343
88	INV SLU-statMin	0	0	374
89	INV SLU-statMin	0	0	419
90	INV SLU-statMin	0	0	453
1073	INV SLU-statMin	0	0	348
1074	INV SLU-statMin	0	0	360
1075	INV SLU-statMin	0	0	353
1076	INV SLU-statMin	0	0	346
1077	INV SLU-statMin	0	0	341
1078	INV SLU-statMin	-187	-28	338
1079	INV SLU-statMin	-187	-28	333
1080	INV SLU-statMin	-187	-29	329
1081	INV SLU-statMin	-186	-29	327
1082	INV SLU-statMin	-186	-30	326
1083	INV SLU-statMin	-187	-30	326
1084	INV SLU-statMin	-187	-31	325
1085	INV SLU-statMin	-187	-31	322
1086	INV SLU-statMin	-187	-32	327
1087	INV SLU-statMin	0	0	342
1088	INV SLU-statMin	0	0	372
1089	INV SLU-statMin	0	0	416
1090	INV SLU-statMin	0	0	451

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 100 di 130

73	INV SLVMin	0	0	254
74	INV SLVMin	0	0	262
75	INV SLVMin	0	0	244
76	INV SLVMin	0	0	215
77	INV SLVMin	0	0	186
78	INV SLVMin	0	-608	184
79	INV SLVMin	0	-607	208
80	INV SLVMin	0	-607	234
81	INV SLVMin	0	-607	241
82	INV SLVMin	0	-607	247
83	INV SLVMin	0	-608	241
84	INV SLVMin	0	-608	234
85	INV SLVMin	0	-609	214
86	INV SLVMin	0	-611	197
87	INV SLVMin	0	0	214
88	INV SLVMin	0	0	265
89	INV SLVMin	0	0	328
90	INV SLVMin	0	0	371
1073	INV SLVMin	0	0	254
1074	INV SLVMin	0	0	255
1075	INV SLVMin	0	0	235
1076	INV SLVMin	0	0	208
1077	INV SLVMin	0	0	188
1078	INV SLVMin	-1151	-608	188
1079	INV SLVMin	-1149	-608	203
1080	INV SLVMin	-1148	-607	216
1081	INV SLVMin	-1147	-607	214
1082	INV SLVMin	-1147	-608	218
1083	INV SLVMin	-1147	-608	214
1084	INV SLVMin	-1147	-609	217
1085	INV SLVMin	-1147	-609	209
1086	INV SLVMin	-1148	-611	202
1087	INV SLVMin	0	0	216
1088	INV SLVMin	0	0	258
1089	INV SLVMin	0	0	317
1090	INV SLVMin	0	0	363
73	INV SLE-Rabs max	0	0	547

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 101 di 130

74	INV SLE-Rabs max	0	0	587
75	INV SLE-Rabs max	0	0	592
76	INV SLE-Rabs max	0	0	590
77	INV SLE-Rabs max	0	0	579
78	INV SLE-Rabs max	0	-35	568
79	INV SLE-Rabs max	0	-36	561
80	INV SLE-Rabs max	0	-37	557
81	INV SLE-Rabs max	0	-37	553
82	INV SLE-Rabs max	0	-38	556
83	INV SLE-Rabs max	0	-39	564
84	INV SLE-Rabs max	0	-39	569
85	INV SLE-Rabs max	0	-40	566
86	INV SLE-Rabs max	0	-41	560
87	INV SLE-Rabs max	0	0	576
88	INV SLE-Rabs max	0	0	607
89	INV SLE-Rabs max	0	0	647
90	INV SLE-Rabs max	0	0	660
1073	INV SLE-Rabs max	0	0	541
1074	INV SLE-Rabs max	0	0	573
1075	INV SLE-Rabs max	0	0	572
1076	INV SLE-Rabs max	0	0	570
1077	INV SLE-Rabs max	0	0	572
1078	INV SLE-Rabs max	220	-18	567
1079	INV SLE-Rabs max	219	-18	563
1080	INV SLE-Rabs max	218	-19	557
1081	INV SLE-Rabs max	218	-19	551
1082	INV SLE-Rabs max	217	-20	549
1083	INV SLE-Rabs max	217	-20	557
1084	INV SLE-Rabs max	218	-21	566
1085	INV SLE-Rabs max	218	-21	573
1086	INV SLE-Rabs max	219	-22	573
1087	INV SLE-Rabs max	0	0	584
1088	INV SLE-Rabs max	0	0	613
1089	INV SLE-Rabs max	0	0	657
1090	INV SLE-Rabs max	0	0	678

Tabella 2 – Reazioni agli appoggi IMPALCATO 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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 103 di 130

15 VERIFICA DEI GIUNTI

Si riporta di seguito la verifica dei giunti, condotta secondo quanto prescritto dalla norma RFI Parte II – Sezione II par. 2.5.2.1.5.1.

SL02		
L	23	m
alfa	0.00001	
DT	15	°
E1	10.35	mm
k1	0.45	
k2	0.55	
dEe	30	mm
mud	1	
dE	30	mm
E2	66	mm
ag	0.271	
S	1.283	
ag*S	0.348	
Tc	0.523	s
Td	2.683	s
dgi	119.654	mm
dgJ	119.654	mm
dij,max	211.520	mm
x	23	m
vs	270	m/s
dij,0	0	mm
dij(x)	42.268	mm
E3	84.535	mm
EL	175.900	mm
corsa min. appoggi +/-	109.938	mm
escursione min. giunti +/-	97.950	mm
Varco min	107.950	mm
Dist. Ritegno	97.950	mm

Per il giunto longitudinale , lo schema statico dei due impalcato accostati non consente spostamenti trasversali reciproci, se non quelli dovuti alle dilatazioni termiche tra il vincolo fisso e il giunto. Si ha:

$$\Delta l = 15 \times 9700 / 100000 + 15 \times 4600 / 100000 = 1.5 + 0.7 = 2 \text{ mm.}$$

Viene realizzato un varco da 15 cm, che consente agevolmente di poter disporre la scossalina per il convogliamento delle acque e di eseguire le ispezioni.

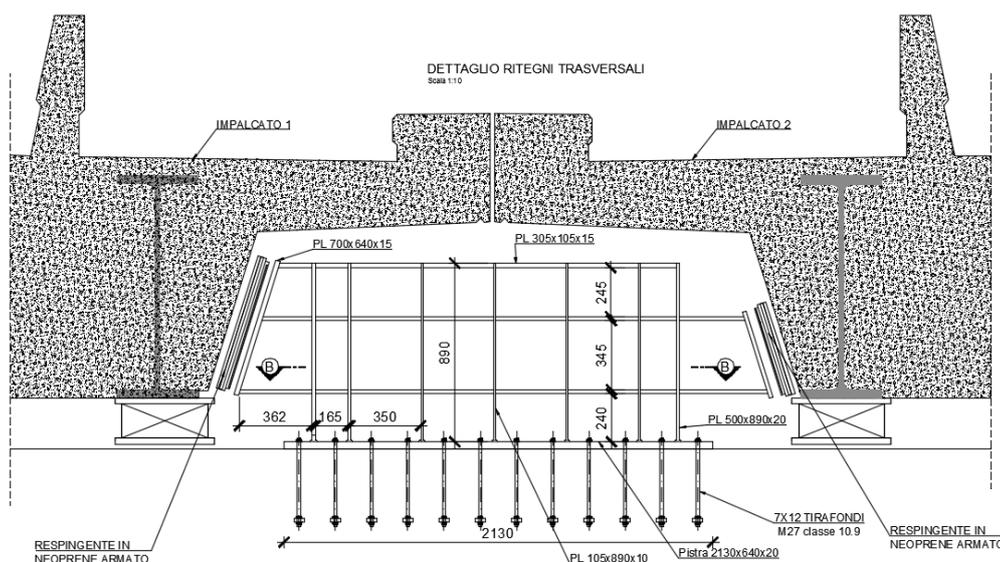
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B 104 di 130

16 RITEGNI IMPALCATO 1

16.1 RITEGNI TRASVERSALI

I ritegni trasversali sono realizzati mediante l'impiego di una trave composta fissata alla sommità del muro frontale della spalla.

Ritegno centrale



Ritegno trasversale centrale

Il massimo taglio in direzione trasversale sul singolo ritegno dell'impalcato 1 è pari a:

$$V_{Ed} = V_{TOT, trasv.} / n_{rt}$$

dove:

$V_{TOT, trasv.}$ è l'azione orizzontale (trasversale) globale da impalcato allo SLU per la combinazione più gravosa delle azioni

n_{rt} è il numero di ritegni trasversali per ciascuna estremità dell'impalcato

Nel caso in esame risulta:

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.2.00.001 B 105 di 130	

$$V_{Ed} = V_{TOT,trasv.} / n_{rt} = 22848 \text{ kN} / 2 = 11424 \text{ kN}$$

Il massimo flettente nella sezione di attacco con la piastra è pari a:

$$M_{max} = V_{TOT,trasv.} * d_{rt} = 11424 \text{ kN} * 0.65 \text{ m} = 7426 \text{ kNm}$$

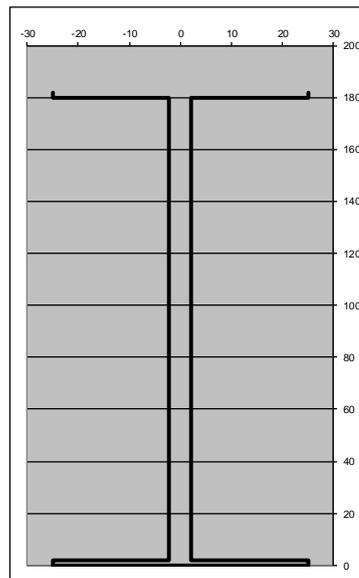
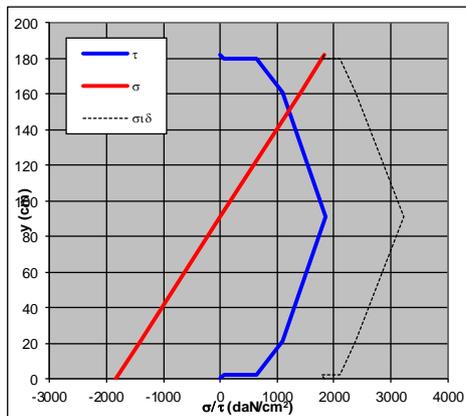
avendo indicato con d_{rt} la distanza tra il centro del ritegno e la sezione di attacco dello stesso con la spalla. Si riporta l'esito della verifica del profilato metallico

N	-	daN		Ptb Sup	b	s	
Med	742 600	daN m		Anima	50	2.0	
Ved	1 142 400	daN		Ptb Inf	50	2.0	x2
					cm	cm	

	b	h	A	y _g	S _x (y=0)	J _x	A'	y _g '	S _x (y _g)	T S _x / J
	cm	cm	cm ²	cm	cm ³	cm ⁴	cm ²	cm	cm ³	daN/cm
1	50	2.0	100.0	181.00	18100	810033	100.0	181.00	9000	2787.9
2	4.4	19.0	83.6	170.50	14254	530888	183.6	176.22	15646	4846.6
3	4.4	70.0	308.0	126.00	38808	503067	491.6	144.76	26426	8185.9
4	4.4	70.0	308.0	56.00	17248	503067	799.6	110.57	15646	4846.6
5	4.4	19.0	83.6	11.50	961	530888	883.2	101.19	9000	2787.9
6	50	2.0	100.0	1.00	100	810033	983.2	91.00	0	0.0
	182.0		983.2	91.00		3687976				

τ	σ	σ _{id}	y
daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	cm
0	1832	1832	182
56	1792	1795	180
634	1792	2101	180
1102	1409	2372	161
1102	1409	2372	161
1860	0	3222	91
1860	0	3222	91
1102	-1409	2372	21
1102	-1409	2372	21
634	-1792	2101	2
56	-1792	1795	2
0	-1832	1832	0
	1832	3222	0

A	983	cm ²
J _x	3 687 976	cm ⁴
W _{sup}	40 527	cm ³
W _{inf}	40 527	cm ³
A _{t,0}	1037.1	cm ²
A _{t,a-p}	614.1	cm 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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 107 di 130

$\min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd})$ è la resistenza di calcolo a taglio dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a taglio dei tirafondi ($F_{V,Rd}$) e la resistenza al rifollamento del piatto dell'unione ($F_{b,Rd}$)

$\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})$ è la resistenza di calcolo a trazione dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a trazione dei tirafondi ($F_{t,Rd}$) e la resistenza a punzonamento del piatto collegato ($B_{p,Rd}$)

Nel caso in esame risulta:

Calcolo trazione su bulloni					
M	7197	kNm			
Interasse L	0.18	m			
File	x	x ²	Ft, fila	n B/ fila	Ft, bullone
1	0.05	0.0025	3	7	0.4
2	0.23	0.0529	13	7	1.8
3	1.05	1.1025	59	7	8.4
4	1.23	1.5129	69	7	9.9
5	2.05	4.2025	115	7	16.5
6	2.23	4.9729	125	7	17.9
7	3.05	9.3025	172	7	24.5
8	3.23	10.4329	182	7	25.9
9	4.05	16.4025	228	7	32.5
10	4.23	17.8929	238	7	34.0
11	5.05	25.5025	284	7	40.6
12	6.05	36.6025	340	7	48.6

La massima trazione agente sul bullone è pertanto pari a:

$$F_{t,Ed} = 48.60 \text{ kN}$$

Il taglio agente sul singolo bullone è pari a:

$$F_{V,Ed} = V_{TOT,transv.} / n_{rt} = 11424 \text{ kN} / 84 = 136 \text{ kN}$$

Nel caso in esame risulta:

$$\frac{136}{183.60} + \frac{48.60}{1.4 \times 158.75} = 0.85 < 1.00$$

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	108 di 130				

La verifica risulta pertanto soddisfatta. Si riporta di seguito il calcolo effettuato:

Verifica collegamento

N bull	84	numero bulloni collegamento
Fv,ed	136.0 kN	Taglio su singolo Bullone
Fv,Rd	184 kN	Resistenza di calcolo a taglio dei bulloni
Classe	10.9	
n	84	
Diametro	27 mm	
Ares	459 mm	
Ares, tot	38556 mm ²	
ftb	1000 Mpa	
Fb,Rd	507 kN	Resistenza a rifollamento piatto unione
k	2.3	
a	1	
ft,k	510	
d	27	
t	20	
gm2	1.25	
Min (Fv,Rd;Fb,Rd)	184 kN	
Ft,Rd	330 kN	Resistenza di calcolo a trazione dei bulloni
Bp,Rd	4151 kN	Resistenza a punzonamento del piatto di collegamento
Fkt	510	
gM2	1.25	
tp	20	
dm	27	

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 109 di 130

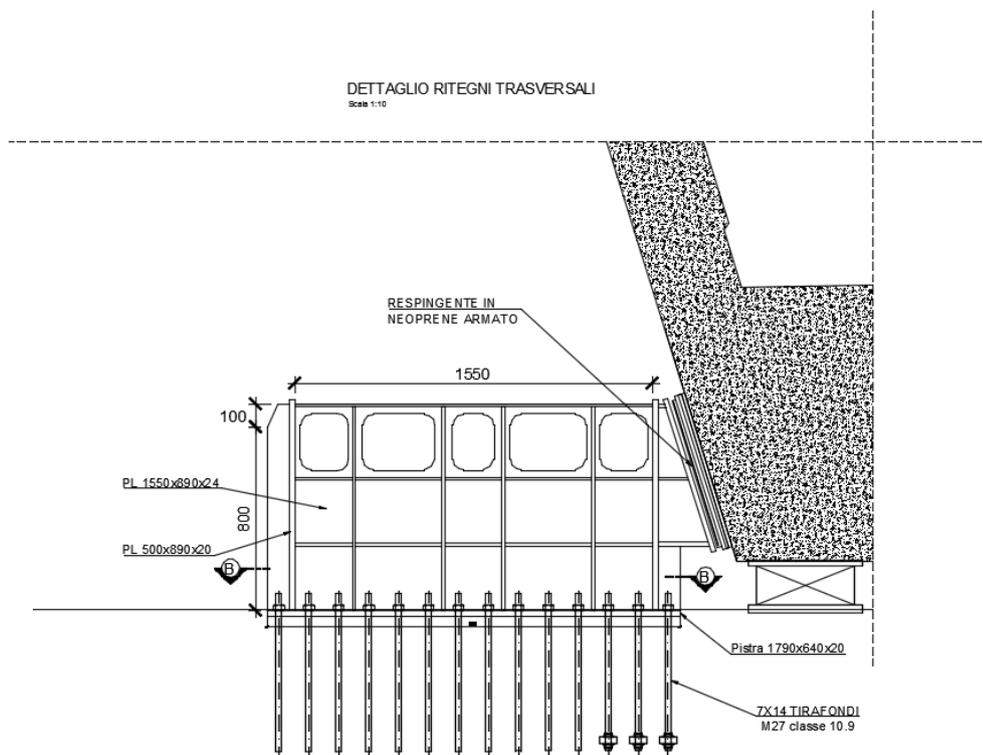
Min (Ft,Rd;Bb,Rd) 330 kN

Il respingente in Neoprene armato ha dimensione BxH= 700x660 = 165000 mm². La sollecitazione in combinazione sismica SLC è pari a 11500 KN, pertanto la massima tensione sul respingente è pari a:

$$\sigma = N/A = 24.89 \text{ MPa}$$

valore inferiore al limite di 25 MPa indicato dai fornitori.

Ritegno laterale



Ritegno trasversale laterale

Le sollecitazioni sono le stesse indicate per il ritegno trasversale centrale. Si riporta l'esito della verifica del profilato metallico

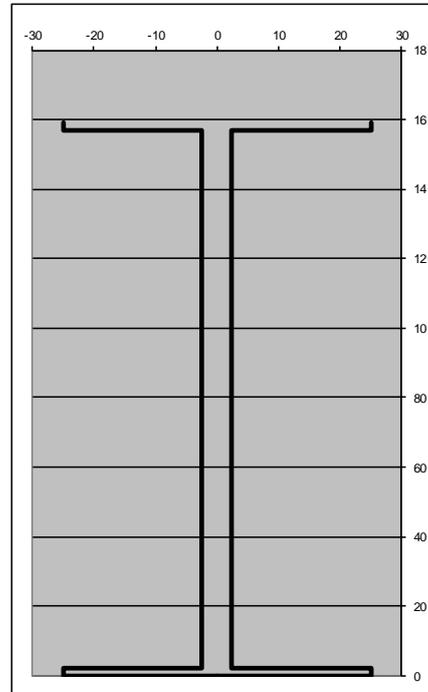
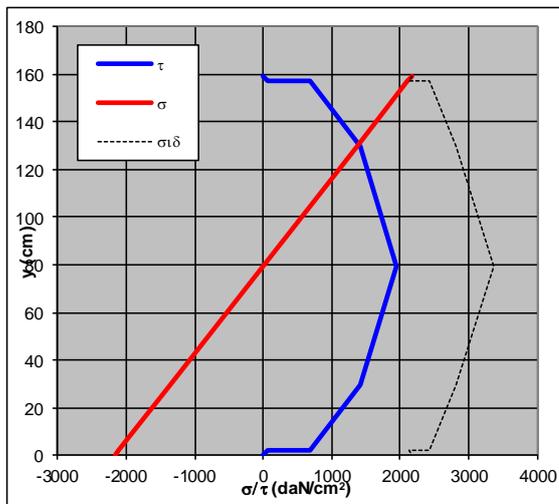
APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	<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>SL.0.2.00.001</td> <td>B</td> <td>110 di 130</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	110 di 130
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	110 di 130								

N	-	daN	Ptb Sup	b	s	
Med	742 600	daN m	Anima	50	2.0	
Ved	1 142 400	daN	Ptb Inf	50	2.0	x2
				cm	cm	

	b	h	A	y _g	Sx (y=0)	Jx	A'	y _g '	Sx (y _g)	T Sx / J
	cm	cm	cm ²	cm	cm ³	cm ⁴	cm ²	cm	cm ³	daN/cm
1	50	2.0	100.0	158.00	15800	616258	100.0	158.00	7850	3294.5
2	4.8	27.5	132.0	143.25	18909	544775	232.0	149.61	16265	6826.1
3	4.8	50.0	240.0	104.50	25080	200000	472.0	126.67	22265	9344.2
4	4.8	50.0	240.0	54.50	13080	200000	712.0	102.34	16265	6826.1
5	4.8	27.5	132.0	15.75	2079	544775	844.0	88.80	7850	3294.5
6	50	2.0	100.0	1.00	100	616258	944.0	79.50	0	0.0
	159.0		944.0	79.50		2722067				

τ	σ	σ _{id}	y
daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	cm
0	2169	2169	159.0
66	2114	2117	157.0
686	2114	2426	157.0
1422	1364	2816	129.5
1422	1364	2816	129.5
1947	0	3372	79.5
1947	0	3372	79.5
1422	-1364	2816	29.5
1422	-1364	2816	29.5
686	-2114	2426	2.0
66	-2114	2117	2.0
0	-2169	2169	0
	2169	3372	0

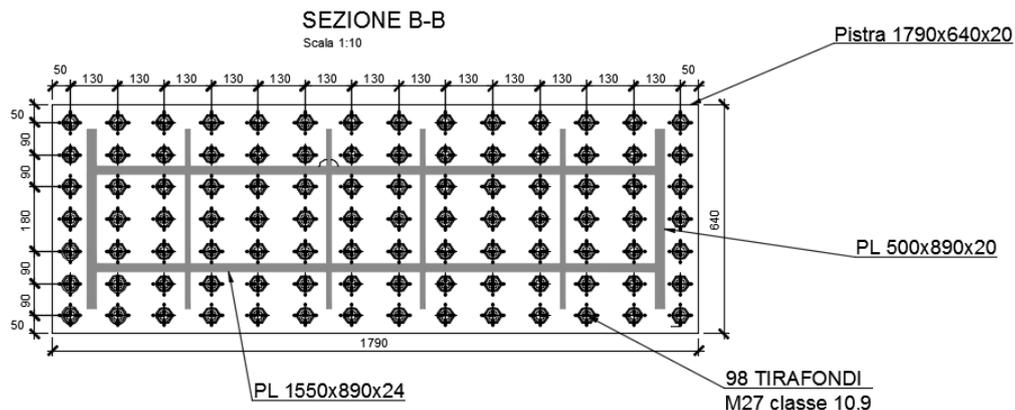
A	944	cm ²
J_x	2 722 067	cm ⁴
W_{sup}	34 240	cm ³
W_{inf}	34 240	cm ³
A_{t,0}	803.3	cm ²
A_{t,a-p}	586.8	cm ²



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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 111 di 130

La tensione massima nell'acciaio è di 337.20 N/mm² ed è minore della tensione limite consentita pari invece a $f_{yk}/\gamma_{M0} = 355/1.05 = 338.1$ N/mm². La verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il ritegno è costituito da piatti in acciaio collegati tra di loro tramite saldature a completa penetrazione. La piastra di base, collegata alla spalla tramite 98 tirafondi M27 classe 10.9, ha dimensione 2130x640x20. I tirafondi sono disposti su 12 file poste ad interasse costante 180 mm.



Dettaglio piastra di base

Si riporta la verifica a taglio e trazione dell'unione, e la verifica a rifollamento della piastra di base.

Per la verifica in presenza combinata di trazione e taglio deve risultare:

$$F_{V,Ed} / \min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd}) + F_{t,Ed} / (1.4 * \min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})) \leq 1$$

in cui:

$F_{V,Ed}$ è lo sforzo di taglio di calcolo sui tirafondi

$F_{t,Ed}$ è lo sforzo di trazione di calcolo sui tirafondi

$\min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd})$ è la resistenza di calcolo a taglio dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a taglio dei tirafondi ($F_{V,Rd}$) e la resistenza al rifollamento del piatto dell'unione ($F_{b,Rd}$)

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 112 di 130

$\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})$ è la resistenza di calcolo a trazione dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a trazione dei tirafondi ($F_{t,Rd}$) e la resistenza a punzonamento del piatto collegato ($B_{p,Rd}$)

Nel caso in esame risulta:

Calcolo trazione su bulloni					
M	7426	kNm			
Interasse L	0.13	m			
File	x	x ²	Ft, fila	n B/ fila	Ft, bullone
1	0.05	0.0025	26	7	3.7
2	0.18	0.0324	94	7	13.4
3	0.31	0.0961	162	7	23.1
4	0.44	0.1936	230	7	32.8
5	0.57	0.3249	298	7	42.5
6	0.70	0.49	365	7	52.2
7	0.83	0.6889	433	7	61.9
8	0.96	0.9216	501	7	71.6
9	1.09	1.1881	569	7	81.3
10	1.22	1.4884	637	7	91.0
11	1.35	1.8225	705	7	100.7
12	1.48	2.1904	773	7	110.4
13	1.48	2.1904	773	7	110.4
14	1.61	2.5921	841	7	120.1

La massima trazione agente sul bullone è pertanto pari a:

$$F_{t,Ed} = 120.10 \text{ kN}$$

Il taglio agente sul singolo bullone è pari a:

$$F_{V,Ed} = V_{TOT,trasv.} / n_{rt} = 11424 \text{ kN} / 98 = 116.60 \text{ kN}$$

Nel caso in esame risulta:

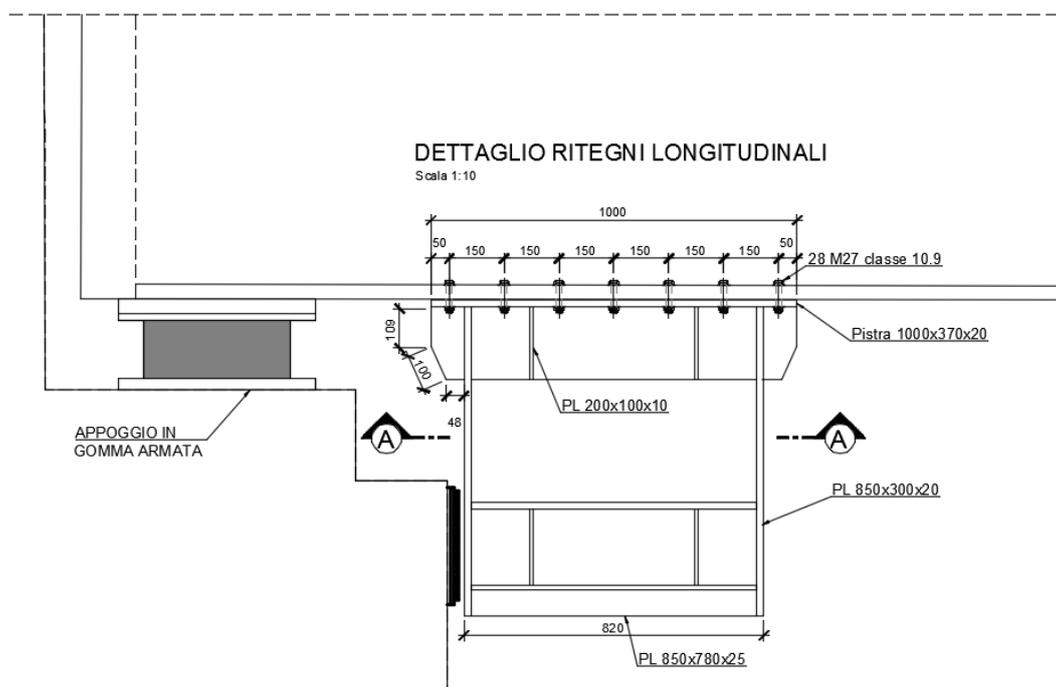
$$\frac{116.60}{183.60} + \frac{120.10}{1.4 \times 158.75} = 0.89 < 1.00$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 113 di 130

16.2 RITEGNI LONGITUDINALI

I ritegni longitudinali sono realizzati mediante l'impiego di profilati metallici costituiti da piatti saldati tra di loro fissati alla piattabanda inferiore della trave in acciaio dell'impalcato. Su ciascuna delle due estremità dell'impalcato sono previsti 4 ritegni longitudinali. Si utilizza la stessa tipologia di ritegno per entrambi gli impalcato. Si riporta di seguito il calcolo effettuato sul ritegno dell'impalcato 2 in quanto è soggetto ad una sollecitazione maggiore.



Ritegni longitudinali

Il massimo taglio in direzione longitudinale sul singolo ritegno è pari a:

$$V_{Ed} = V_{TOT, long.} / n_{rl}$$

dove:

$V_{TOT, long.}$ è l'azione orizzontale (longitudinale) globale da impalcato allo SLU per la combinazione più gravosa delle azioni

n_{rl} è il numero di ritegni longitudinali per ciascuna estremità dell'impalcato

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.2.00.001 B 114 di 130	

Nel caso in esame risulta:

$$V_{Ed} = V_{TOT,long.} / n_{rl} = 12260 / 4 = 3065 \text{ kN}$$

Il massimo flettente nella sezione di attacco con la piastra è pari a:

$$M_{max} = V_{TOT,long.} * d_{rl} = 3065 \text{ kN} * 0.60 \text{ m} = 1839 \text{ kNm}$$

avendo indicato con d_{rl} la distanza tra il centro del ritegno e la sezione di attacco dello stesso con la piattabanda inferiore della trave di impalcato.

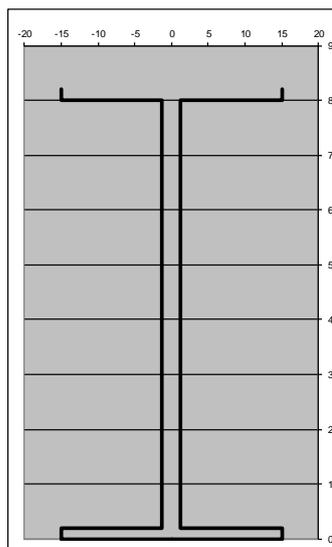
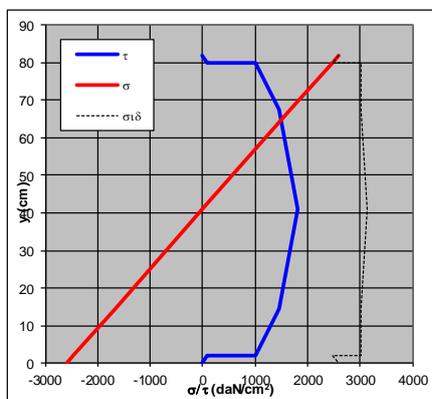
Si riporta l'esito della verifica a flessione del profilato:

	N	Med	Ved		b	s
	-	183 900	306 500	daN	Ptb Sup	30.0
				daN m	Anima	2.0
				daN	Ptb Inf	30.0
					cm	cm

	b	h	A	y _g	S _x (y=0)	J _x	A'	y _g '	S _x (y _g)	T S _x / J
	cm	cm	cm ²	cm	cm ³	cm ⁴	cm ²	cm	cm ³	daN/cm
1	30.0	2.0	60.0	81.00	4860	96020	60.0	81.00	2400	2528.7
2	2.5	12.5	31.3	73.75	2305	33924	91.3	78.52	3423	3607.0
3	2.5	26.5	66.3	54.25	3594	15508	157.5	68.31	4301	4531.8
4	2.5	26.5	66.3	27.75	1838	15508	223.8	56.30	3423	3607.0
5	2.5	12.5	31.3	8.25	258	33924	255.0	50.41	2400	2528.7
6	30.0	2.0	60.0	1.00	60	96020	315.0	41.00	0	0.0
		82.0	315.0	41.00		290905				

	τ	σ	σ _{id}	y
	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	cm
	0	2592	2592	82.0
	84	2465	2470	80.0
	1011	2465	3024	80.0
	1443	1675	3009	67.5
	1443	1675	3009	67.5
	1813	0	3140	41.0
	1813	0	3140	41.0
	1443	-1675	3009	14.5
	1443	-1675	3009	14.5
	1011	-2465	3024	2.0
	84	-2465	2470	2.0
	0	-2592	2592	0
		2592	3140	0

A	315	cm ²
J_x	290 905	cm ⁴
W_{sup}	7 095	cm ³
W_{inf}	7 095	cm ³
A_{t,0}	212.4	cm ²
A_{t,a-p}	169.1	cm ²

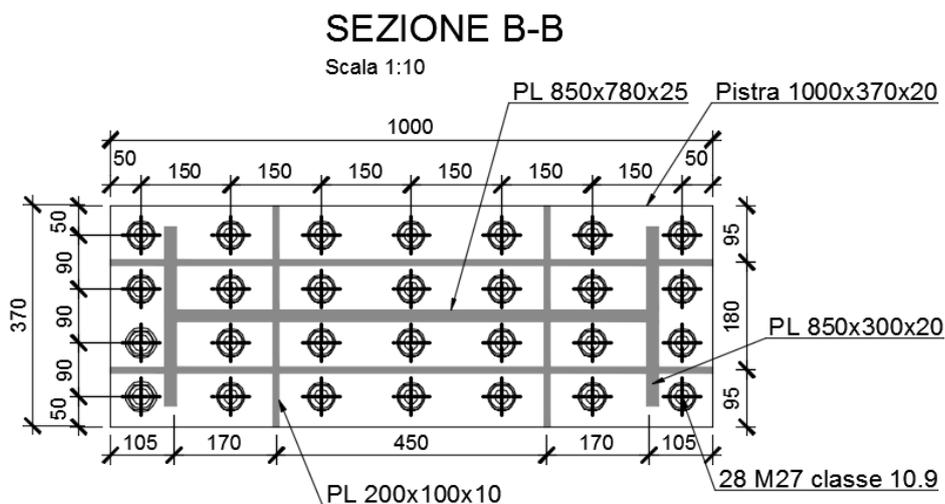


APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 115 di 130
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				

La tensione massima nell'acciaio è di 314 N/mm² ed è minore della tensione limite consentita pari invece a $f_{yk}/\gamma_{M0} = 355/1.05 = 338.1$ N/mm². La verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il collegamento tra la piastra metallica a cui è saldato il ritegno e la piattabanda inferiore della trave di impalcato è realizzato mediante 28 bulloni M27 di classe 10.9, disposti su 7 file con interasse pari a 150mm.

Si riporta la verifica a taglio e trazione dell'unione, e la verifica a rifollamento della piastra di base.



Dettaglio piastra di base

Per la verifica in presenza combinata di trazione e taglio deve risultare:

$$F_{V,Ed} / \min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd}) + F_{t,Ed} / (1.4 * \min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})) \leq 1$$

in cui:

$F_{V,Ed}$ è lo sforzo di taglio di calcolo sui tirafondi

$F_{t,Ed}$ è lo sforzo di trazione di calcolo sui tirafondi

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 116 di 130

$\min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd})$ è la resistenza di calcolo a taglio dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a taglio dei tirafondi ($F_{V,Rd}$) e la resistenza al rifollamento del piatto dell'unione ($F_{b,Rd}$)

$\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})$ è la resistenza di calcolo a trazione dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a trazione dei tirafondi ($F_{t,Rd}$) e la resistenza a punzonamento del piatto collegato ($B_{p,Rd}$)

Nel caso in esame risulta:

Calcolo trazione su bulloni					
M	1706	kNm			
Interasse L	0.15	m			
File	x	x ²	Ft, fila	n B/ fila	Ft, bullone
1	0.05	0.0025	39	4	9.7
2	0.20	0.04	155	4	38.6
3	0.35	0.1225	270	4	67.6
4	0.50	0.25	386	4	96.6
5	0.65	0.4225	502	4	125.6
6	0.80	0.64	618	4	154.5
7	0.95	0.9025	734	4	183.5

La massima trazione agente sul bullone è pertanto pari a:

$$F_{t,Ed} = 183.51 \text{ kN}$$

Il taglio agente sul singolo bullone è pari a:

$$F_{V,Ed} = V_{TOT,transv.} / n_{rt} = 3065 \text{ kN} / 28 = 109.50 \text{ kN}$$

Nel caso in esame risulta:

$$\frac{109.5}{183.60} + \frac{183.51}{1.4 \times 158.75} = 0.99 < 1.00$$

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.2.00.001	B	117 di 130				

La verifica risulta pertanto soddisfatta. Si riporta di seguito il calcolo effettuato:

Verifica collegamento

N bull	28	numero bulloni collegamento
Fv,ed	109.5 kN	Taglio su singolo Bullone
Fv,Rd	184 kN	Resistenza di calcolo a taglio dei bulloni
Classe	10.9	
n	28	
Diametro	27 mm	
Ares	459 mm	
Ares, tot	12852 mm ²	
ftb	1000 Mpa	
Fb,Rd	507 kN	Resistenza a rifollamento piatto unione
k	2.3	
a	1	
ft,k	510	
d	27	
t	20	
gm2	1.25	
Min (Fv,Rd;Fb,Rd)	184 kN	
Ft,Rd	330 kN	Resistenza di calcolo a trazione dei bulloni
Bp,Rd	4151 kN	Resistenza a punzonamento del piatto di collegamento
Fkt	510	
gM2	1.25	
tp	20	
dm	27	

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 118 di 130

Min (Ft,Rd;Bb,Rd) 330 kN

Il respingente in Neoprene armato ha dimensione BxH= 350x400 = 140000 mm². La sollecitazione in combinazione sismica SLC è pari a 3100 KN, pertanto la massima tensione sul respingente è pari a:

$$\sigma = N/A = 22.14 \text{ MPa}$$

valore inferiore al limite di 25 MPa indicato dai fornitori.

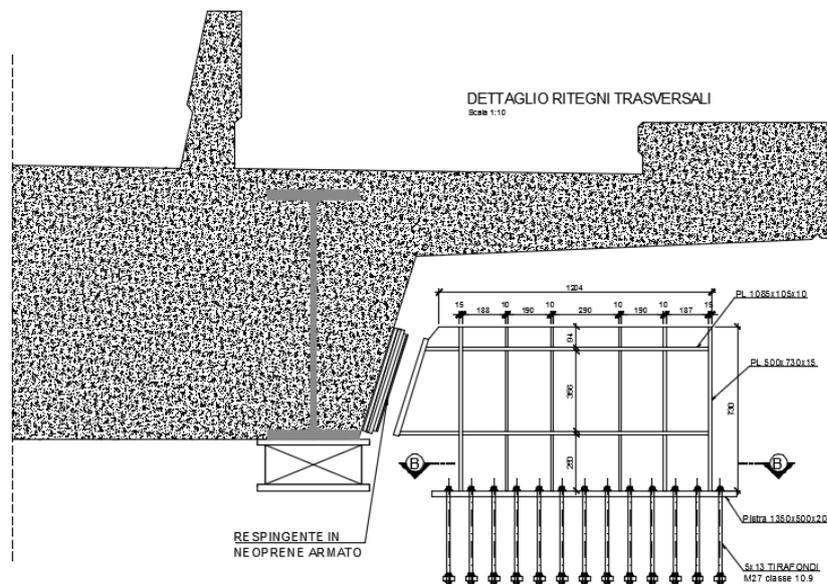
La verifica risulta pertanto soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B PAGINA 119 di 130

17 RITEGNI IMPALCATO 2

17.1 RITEGNI TRASVERSALI

I ritegni trasversali sono realizzati mediante l'impiego di profilati metallici costituiti da piatti saldati tra di loro e fissati alla piattabanda inferiore della trave in acciaio dell'impalcato. Su ciascuna delle due estremità dell'impalcato sono previsti 2 ritegni trasversali:



Ritegni trasversali

Il massimo taglio in direzione trasversale sul singolo ritegno dell'impalcato 1 è pari a:

$$V_{Ed} = V_{TOT,trasv.} / n_{rt}$$

dove:

$V_{TOT,trasv.}$ è l'azione orizzontale (trasversale) globale da impalcato allo SLU per la combinazione più gravosa delle azioni

n_{rt} è il numero di ritegni trasversali per ciascuna estremità dell'impalcato

Nel caso in esame risulta:

$$V_{Ed} = V_{TOT,trasv.} / n_{rt} = 12290 / 2 = 6145 \text{ kN}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.2.00.001 B 120 di 130	

Il massimo flettente nella sezione di attacco con la piastra è pari a:

$$M_{\max} = V_{\text{TOT, trasv.}} \cdot d_{rt} = 6145 \cdot 0.50 \text{ m} = 3073 \text{ kNm}$$

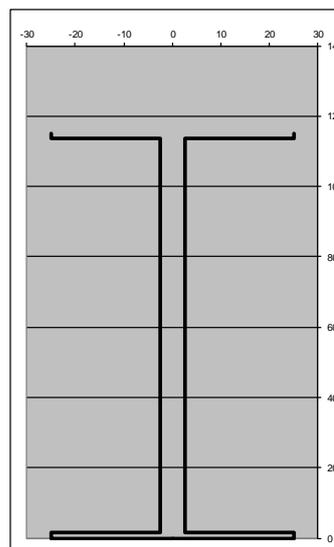
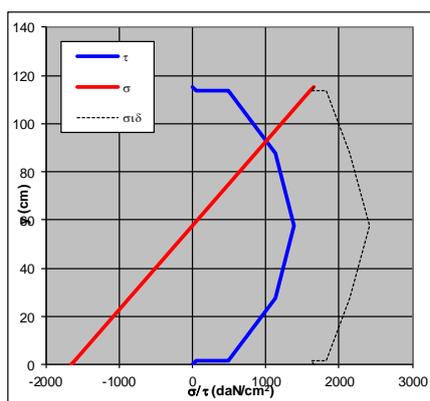
avendo indicato con d_{rt} la distanza tra il centro del ritegno e la sezione di attacco dello stesso con la spalla.

	N	Med	Ved		b	s	
	-				50	1.5	
	307 300			Ptb Sup		2.5	x2
	614 500			Ptb Inf	50	1.5	
					cm	cm	

	b	h	A	y _g	Sx (y=0)	Jx	A'	y _g '	Sx (y _g)	T Sx / J
	cm	cm	cm ²	cm	cm ³	cm ⁴	cm ²	cm	cm ³	daN/cm
1	50	1.5	75.0	114.25	8569	241556	75.0	114.25	4256	2447.8
2	5.0	26.0	130.0	100.50	13065	247693	205.0	105.53	9846	5662.6
3	5.0	30.0	150.0	72.50	10875	45000	355.0	91.57	12096	6956.6
4	5.0	30.0	150.0	42.50	6375	45000	505.0	77.00	9846	5662.6
5	5.0	26.0	130.0	14.50	1885	247693	635.0	64.20	4256	2447.8
6	50	1.5	75.0	0.75	56	241556	710.0	57.50	0	0.0
	115.0		710.0	57.50		1068499				

	τ	σ	σ _{id}	y
	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	cm
	0	1654	1654	115.0
	49	1611	1613	113.5
	490	1611	1820	113.5
	1133	863	2143	87.5
	1133	863	2143	87.5
	1391	0	2410	57.5
	1391	0	2410	57.5
	1133	-863	2143	27.5
	1133	-863	2143	27.5
	490	-1611	1820	1.5
	49	-1611	1613	1.5
	0	-1654	1654	0
		1654	2410	0

A	710	cm ²
J _x	1 068 499	cm ⁴
W _{sup}	18 583	cm ³
W _{inf}	18 583	cm ³
A _{t,0}	542.6	cm ²
A _{t,a-p}	441.7	cm ²

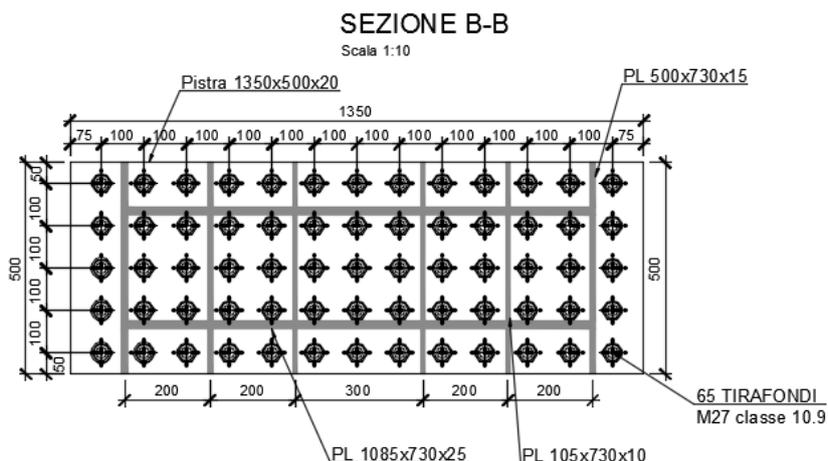


La tensione massima nell'acciaio è di 241 N/mm² ed è minore della tensione limite consentita pari invece a $f_{yk}/\gamma_{M0} = 355/1.05 = 338.1 \text{ N/mm}^2$. La verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il ritegno è costituito da piatti in acciaio collegati tra di loro tramite saldature a completa penetrazione. La piastra di base, collegata alla spalla tramite 65 tirafondi M27 classe 10.9,

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 121 di 130

ha dimensione 1350x500x20. I tirafondi sono disposti su 13 file poste ad interasse costante 100mm.



Si riporta la verifica a taglio e trazione dell'unione, e la verifica a rifollamento della piastra di base.

Per la verifica in presenza combinata di trazione e taglio deve risultare:

$$F_{V,Ed} / \min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd}) + F_{t,Ed} / (1.4 * \min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})) \leq 1$$

in cui:

$F_{V,Ed}$ è lo sforzo di taglio di calcolo sui tirafondi

$F_{t,Ed}$ è lo sforzo di trazione di calcolo sui tirafondi

$\min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd})$ è la resistenza di calcolo a taglio dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a taglio dei tirafondi ($F_{V,Rd}$) e la resistenza al rifollamento del piatto dell'unione ($F_{b,Rd}$)

$\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})$ è la resistenza di calcolo a trazione dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a trazione dei tirafondi ($F_{t,Rd}$) e la resistenza a punzonamento del piatto collegato ($B_{p,Rd}$)

Nel caso in esame risulta:

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 122 di 130

Calcolo trazione su bulloni					
M	3073	kNm			
Interasse L	0.10	m			
File	x	x ²	Ft, fila	n B/ fila	Ft, bullone
1	0.05	0.0025	21	5	4.2
2	0.15	0.0225	63	5	12.6
3	0.25	0.0625	105	5	21.0
4	0.35	0.1225	147	5	29.4
5	0.45	0.2025	189	5	37.8
6	0.55	0.3025	231	5	46.2
7	0.65	0.4225	273	5	54.6
8	0.75	0.5625	315	5	63.0
9	0.85	0.7225	357	5	71.4
10	0.95	0.9025	399	5	79.8
11	1.05	1.1025	441	5	88.2
12	1.15	1.3225	483	5	96.6
13	1.25	1.5625	525	5	105.0

La massima trazione agente sul bullone è pertanto pari a:

$$F_{t,Ed} = 105 \text{ kN}$$

Il taglio agente sul singolo bullone è pari a:

$$F_{V,Ed} = V_{TOT,trasv.} / n_{rt} = 6145 \text{ kN} / 65 = 94.50 \text{ kN}$$

Nel caso in esame risulta:

Nel caso in esame risulta:

$$\frac{94.50}{183.60} + \frac{105}{1.4 \times 158.75} = 0.74 < 1.00$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta. Si riporta di seguito il calcolo effettuato:

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 123 di 130

Verifica collegamento

N bull **65**
Fv,ed 94.5 kN

numero bulloni collegamento
Taglio su singolo Bullone

Fv,Rd 184 kN
Classe 10.9
n 65
Diametro **27** mm
Ares **459** mm
Ares, tot 29835 mm²
ftb 1000 Mpa

Resistenza di calcolo a taglio dei bulloni

Fb,Rd 507 kN
k **2.3**
a **1**
ft,k 510
d 27
t **20**
gm2 1.25

Resistenza a rifollamento piatto unione

Min (Fv,Rd;Fb,Rd) 184 kN

Ft,Rd 330 kN

Resistenza di calcolo a trazione dei bulloni

Bp,Rd **4151** kN
Fkt 510
gM2 1.25
tp 20
dm 27

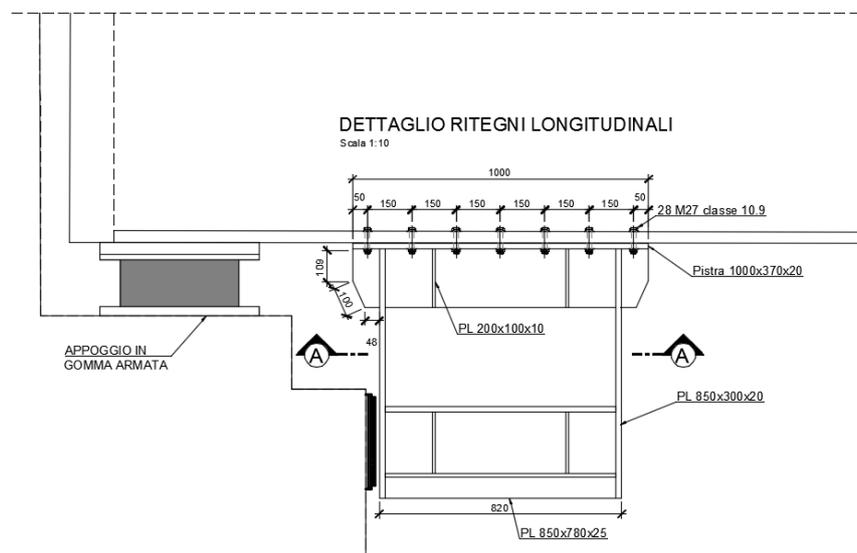
Resistenza a punzonamento del piatto di collegamento

Min (F_{t,Rd};B_{b,Rd}) 330 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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 124 di 130

17.2 RITEGNI LONGITUDINALI

I ritegni longitudinali sono realizzati mediante l'impiego di profilati metallici costituiti da piatti saldati tra di loro fissati alla piattabanda inferiore della trave in acciaio dell'impalcato. Su ciascuna delle due estremità dell'impalcato sono previsti 4 ritegni longitudinali.



Ritegni longitudinali

Il massimo taglio in direzione longitudinale sul singolo ritegno è pari a:

$$V_{Ed} = V_{TOT, long.} / n_{rl}$$

dove:

$V_{TOT, long.}$ è l'azione orizzontale (longitudinale) globale da impalcato allo SLU per la combinazione più gravosa delle azioni

n_{rl} è il numero di ritegni longitudinali per ciascuna estremità dell'impalcato

Nel caso in esame risulta:

$$V_{Ed} = V_{TOT, long.} / n_{rl} = 12260 / 4 = 3065 \text{ kN}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.2.00.001 B 125 di 130	

Il massimo flettente nella sezione di attacco con la piastra è pari a:

$$M_{max} = V_{TOT,long.} * d_{rl} = 3065 \text{ kN} * 0.60 \text{ m} = 1839 \text{ kNm}$$

avendo indicato con d_{rl} la distanza tra il centro del ritegno e la sezione di attacco dello stesso con la piattabanda inferiore della trave di impalcato.

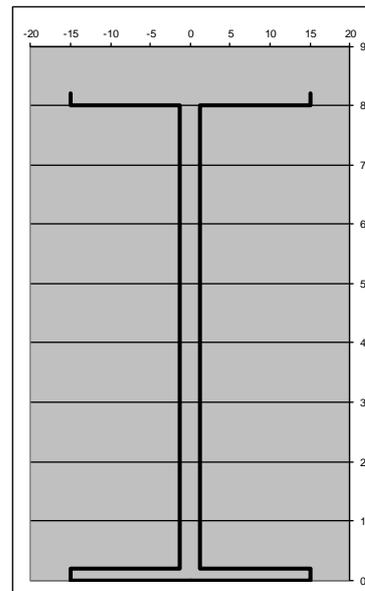
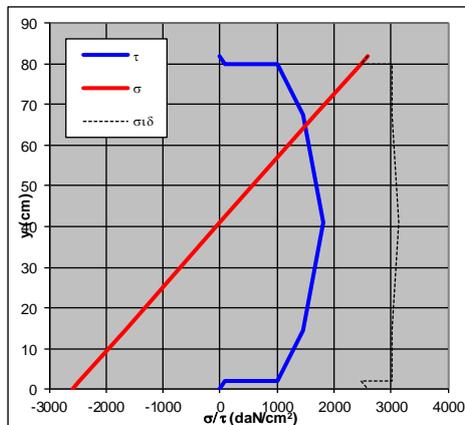
Si riporta l'esito della verifica a flessione del profilato:

N	-	daN	Ptb Sup	b	s
Med	183 900	daN m	Anima	30.0	2.0
Ved	306 500	daN	Ptb Inf	30.0	2.0
				cm	cm

	b	h	A	y _g	Sx (y=0)	Jx	A'	y _g '	Sx (y _g)	T Sx / J
	cm	cm	cm ²	cm	cm ³	cm ⁴	cm ²	cm	cm ³	daN/cm
1	30.0	2.0	60.0	81.00	4860	96020	60.0	81.00	2400	2528.7
2	2.5	12.5	31.3	73.75	2305	33924	91.3	78.52	3423	3607.0
3	2.5	26.5	66.3	54.25	3594	15508	157.5	68.31	4301	4531.8
4	2.5	26.5	66.3	27.75	1838	15508	223.8	56.30	3423	3607.0
5	2.5	12.5	31.3	8.25	258	33924	255.0	50.41	2400	2528.7
6	30.0	2.0	60.0	1.00	60	96020	315.0	41.00	0	0.0
		82.0	315.0	41.00		290905				

τ	σ	σ _{id}	y
daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	cm
0	2592	2592	82.0
84	2465	2470	80.0
1011	2465	3024	80.0
1443	1675	3009	67.5
1443	1675	3009	67.5
1813	0	3140	41.0
1813	0	3140	41.0
1443	-1675	3009	14.5
1443	-1675	3009	14.5
1011	-2465	3024	2.0
84	-2465	2470	2.0
0	-2592	2592	0
	2592	3140	0

A	315	cm ²
J _x	290 905	cm ⁴
W _{sup}	7 095	cm ³
W _{inf}	7 095	cm ³
A _{t,0}	212.4	cm ²
A _{t,a-p}	169.1	cm ²

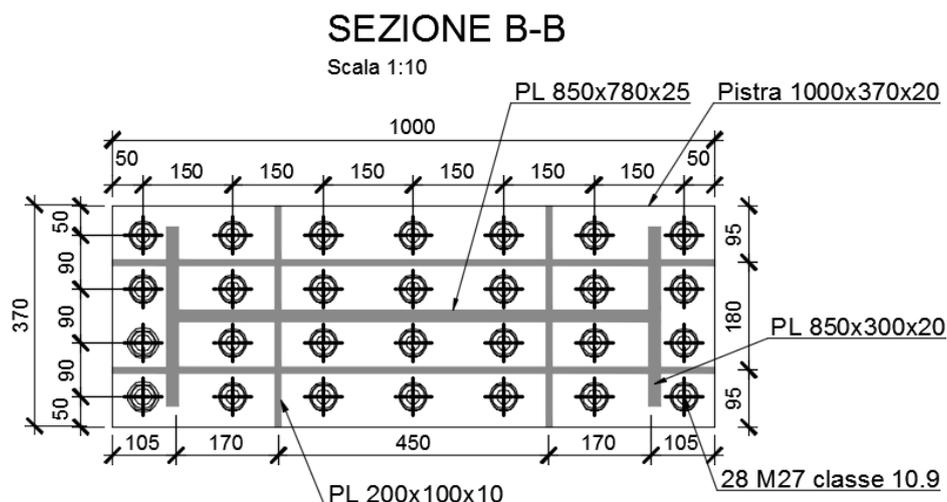


APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 126 di 130

La tensione massima nell'acciaio è di 314 N/mm² ed è minore della tensione limite consentita pari invece a $f_{yk}/\gamma_{M0} = 355/1.05 = 338.1$ N/mm². La verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il collegamento tra la piastra metallica a cui è saldato il ritegno e la piattabanda inferiore della trave di impalcato è realizzato mediante 28 bulloni M27 di classe 10.9, disposti su 7 file con interasse pari a 150mm.

Si riporta la verifica a taglio e trazione dell'unione, e la verifica a rifollamento della piastra di base.



Dettaglio piastra di base

Per la verifica in presenza combinata di trazione e taglio deve risultare:

$$F_{V,Ed} / \min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd}) + F_{t,Ed} / (1.4 * \min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})) \leq 1$$

in cui:

$F_{V,Ed}$ è lo sforzo di taglio di calcolo sui tirafondi

$F_{t,Ed}$ è lo sforzo di trazione di calcolo sui tirafondi

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. PAGINA B 127 di 130

$\min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd})$ è la resistenza di calcolo a taglio dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a taglio dei tirafondi ($F_{V,Rd}$) e la resistenza al rifollamento del piatto dell'unione ($F_{b,Rd}$)

$\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})$ è la resistenza di calcolo a trazione dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a trazione dei tirafondi ($F_{t,Rd}$) e la resistenza a punzonamento del piatto collegato ($B_{p,Rd}$)

Nel caso in esame risulta:

Calcolo trazione su bulloni					
M	1706	kNm			
Interasse L	0.15	m			
File	x	x ²	Ft, fila	n B/ fila	Ft, bullone
1	0.05	0.0025	39	4	9.7
2	0.20	0.04	155	4	38.6
3	0.35	0.1225	270	4	67.6
4	0.50	0.25	386	4	96.6
5	0.65	0.4225	502	4	125.6
6	0.80	0.64	618	4	154.5
7	0.95	0.9025	734	4	183.5

La massima trazione agente sul bullone è pertanto pari a:

$$F_{t,Ed} = 183.51 \text{ kN}$$

Il taglio agente sul singolo bullone è pari a:

$$F_{V,Ed} = V_{TOT,trasv.} / n_{rt} = 3065 \text{ kN} / 28 = 109.50 \text{ kN}$$

Nel caso in esame risulta:

$$\frac{109.5}{183.60} + \frac{183.51}{1.4 \times 158.75} = 0.99 < 1.00$$

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.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 128 di 130

La verifica risulta pertanto soddisfatta. Si riporta di seguito il calcolo effettuato:

Verifica collegamento

N bull	28	numero bulloni collegamento
Fv,ed	109.5 kN	Taglio su singolo Bullone
Fv,Rd	184 kN	Resistenza di calcolo a taglio dei bulloni
Classe	10.9	
n	28	
Diametro	27 mm	
Ares	459 mm	
Ares, tot	12852 mm ²	
ftb	1000 Mpa	
Fb,Rd	507 kN	Resistenza a rifollamento piatto unione
k	2.3	
a	1	
ft,k	510	
d	27	
t	20	
gm2	1.25	
Min (Fv,Rd;Fb,Rd)	184 kN	
Ft,Rd	330 kN	Resistenza di calcolo a trazione dei bulloni
Bp,Rd	4151 kN	Resistenza a punzonamento del piatto di collegamento
Fkt	510	
gM2	1.25	
tp	20	
dm	27	
Min (Ft,Rd;Bb,Rd)	330 kN	

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 129 di 130	

Il respingente in Neoprene armato ha dimensione BxH= 350x400 = 140000 mm². La sollecitazione in combinazione sismica SLC è pari a 3100 KN, pertanto la massima tensione sul respingente è pari a:

$$\sigma = N/A = 22.14 \text{ MPa}$$

valore inferiore al limite di 25 MPa indicato dai fornitori.

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.2.00.001	REV. B	PAGINA 130 di 130

18 CALCOLO INCIDENZA

Elemento	VOLUME CLS (mc)	Armatura trasversale				Armatura longitudinale				Altra armatura				Sommano (kg)	Incidenza di progetto				
		pos.	φ (mm)	L (m)	n. -	P (kg)	pos.	φ (mm)	L (m)	n. -	P (kg)	pos.	φ (mm)			L (m)	n. -	P (kg)	
IMPALCATO	1.2	sup	12	1	5	4.4	sup	12	1	6	5.3	sovr.+varie				40.0	69.8	58	
		inf	22	1	3	8.9	inf	10	1	4	2.5					0.0			
		staffe	10	2.8	5	8.6					0.0					0.0			
							0.0					0.0							0.0
							0.0					0.0							0.0
							0.0					0.0							0.0