

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
VI - VIADOTTI**

VI02 – VIADOTTO DAL Km. 9+536.29 AL Km 10+378.69

IMPALCATI

IMPALCATO AD ARCO METALLICO

RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA

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	V	I	0	2	5	7	0	0	2	A	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	MAESTRELLI	14/06/18	PISTOLETTI	15/06/18	D'ANGELO	15/06/18	PISTOLETTI
								30/06/18

File: IF1M.0.0.E.ZZ.CL.VI.02.5.7.002-A.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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 SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	2 di 46

1	CONSIDERAZIONI DI PROGETTO	4
1.1	MATERIALI IMPIEGATI.....	6
1.1.1	Calcestruzzo	6
1.1.2	Acciaio per armatura.....	6
2	COPRIFERRO	7
3	CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE DI FASE I E VERIFICA TRALICCIO.....	8
3.1	FASE 1	8
3.2	VERIFICA TRALICCIO – PREDALLE CLS	9
4	CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE FASE 2.....	13
4.1	ANALISI DEI CARICHI	13
5	CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE FASE 3.....	14
5.1	CARICHI DA TRAFFICIO FERROVIARIO	14
5.1.1	Coefficienti dinamici	14
5.1.2	Ripartizione trasversale del carico da traffico	15
5.1.3	Carichi verticali.....	16
1.1.1	Carichi orizzontali.....	24
5.2	CARICHI DA VENTO	26
5.3	CARICHI SUI MARCIAPIEDI.....	30
5.4	CARICHI ECCEZIONALI	31
5.4.1	Deragliamenti al di sopra del ponte.....	31
6	VERIFICHE DI RESISTENZA – SLU	32
6.1	AZIONI DI VERIFICA	32

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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 3 di 46

6.2	VERIFICA DELL'ARMATURA TESA LONGITUDINALE.....	35
6.3	VERIFICA DELL'ARMATURA TESA TRASVERSALE	35
6.4	VERIFICHE A TAGLIO	36
7	VERIFICHE DI FESSURAZIONE AGLI SLE.....	39
7.1	AZIONI DI VERIFICA	39
7.1.1	Verifiche a fessurazione in direzione longitudinale.....	40
7.1.2	Verifiche a fessurazione in direzione trasversale	43
8	RIEPILOGO QUANTITATIVI DI ARMATURA DI SOLETTA	46

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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 4 di 46
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014							

1 CONSIDERAZIONI DI PROGETTO

La presente relazione riguarda le verifiche della soletta dell'impalcato del ponte ad arco su luce netta tra gli appoggi di 78m. Tale impalcato è presente tra la pila P27 e la spalla S2 lungo il viadotto VI02. L'asse del tracciato è rettilineo.

La soletta d'impalcato viene realizzata mediante getto in opera su predalle di 5 cm, armate con idonei traliccetti di altezza pari a 20 cm e con la seguente armatura:

Armatura longitudinale: doppio strato composto da una fila $\Phi 22/10$ cm e una fila $\Phi 20/10$ cm sia al lembo superiore che inferiore della soletta.

Armatura trasversale (primi 15 metri): doppio strato composto da una fila $\Phi 20/10$ cm e una fila $\Phi 20/20$ cm sia al lembo superiore che inferiore della soletta.

Armatura trasversale (zona centrale): singolo strato composto da una fila $\Phi 20/10$ cm sia al lembo superiore che inferiore della soletta.

L'intero impalcato viene coperto longitudinalmente con predalle appoggiate su 2 traversi adiacenti

Si considerano tre fasi di carico:

- Fase 1: le predalle sono posate sui traversi metallici con schema isostatico e ciascuna di esse sostiene se stessa, l'armatura integrativa ed il getto di completamento a spessore definitivo, I carichi in gioco sono i permanenti (predalle, tralicci e calcestruzzo) e il carico accidentale da getto.
- Fase 2 : lo schema statico è di trave continua in cui gli appoggi sono forniti dai traversi di impalcato. La sezione resistente è costituita dall'intero spessore di soletta caratterizzata da un'altezza massima in mezzera pari a 40 cm e da una pendenza $i=1,5\%$. I carichi in gioco sono i permanenti portati.
- Fase 3 : sempre schema statico di trave continua appoggiata sui traversi. I carichi sono i sovraccarichi da treno e la folla sui marciapiedi. Si considerano anche gli effetti del vento agente su eventuali barriere antirumore e sul convoglio, nonché le azioni eccezionali quali il deragliamento del treno.

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.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
<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 SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	5 di 46

NOTA: La geometria delle sezioni degli elementi principali che compongono il ponte (arco, trave-catena, traverso superiore dell'arco, traverso d'impalcato, longherine) risulta identica a quella del ponte ad arco della tratta VI04. Le differenze sostanziali tra i due impalcati sono le seguenti:

- 1) Tracciamento: Il ponte ad arco della tratta VI02 ha un tracciato rettilineo mentre quello della tratta VI04 presenta un tracciato in curva caratterizzato da un raggio $r=1000m$
- 2) Larghezza impalcato: Il ponte ad arco della tratta VI02 presenta un interasse tra le travi delle pareti di 12 m mentre quello della tratta VI04 è caratterizzato da un interasse di 12,8 m.

Stando a quanto detto precedentemente, i pesi e le sollecitazioni del ponte ad arco della tratta VI04 sono certamente maggiori rispetto al ponte ad arco a cui questa relazione fa riferimento. Pertanto sono riportate nei successivi paragrafi, in via cautelativa, le verifiche del ponte ad arco della tratta VI04

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 SOLETTA		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014									
		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	6 di 46				

1.1 MATERIALI IMPIEGATI

1.1.1 Calcestruzzo

Secondo EN206 - CNR UNI 11104

SOLETTE IN C.A.:

- Classe C32/40
- Classe di esposizione XC4
- Classe di consistenza S4
- Copriferro nominale estradosso C=40mm
- Copriferro nominale intradosso C=30mm
- Massimo rapporto a/c 0.5
- Contenuto minimo di cemento 340 kg/mc
- Contenuto minimo di aria 3%

COPPELLE IN C.A.

- Classe C32/40
- Copriferro nominale C=30mm
- Contenuto minimo di aria 3%

1.1.2 Acciaio per armatura

Secondo NTC 2008 (DM 14/01/2008)

Barre saldabili Tipo B450C fyk > 450MPa

ftk > 540MPa

Reti elettosaldate Tipo B450A

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 SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	7 di 46

2 COPRIFERRO

Il copriferro viene determinato in funzione dei valori minimi previsti dalle istruzioni contenute nel Manuale di progettazione delle Opere Civili al paragrafo 2.5.2.2.3.2 (rif. RFI DTC SI PS MA IFS 001 A). Di seguito si riporta la tabella dei copriferri minimi.

Elemento strutturale	Copriferro minimo
Pali (di paratie o opere di sostegno), diaframmi e relativi cordoli di collegamento gettati in opera	60mm
Pali/diaframmi di fondazione gettati in opera	60mm
Pali di fondazione prefabbricati	60mm
Solettoni di fondazione, fondazioni armate	40mm
Fondazioni non armate (pozzi, sottopinti, ecc.)	40mm
Cunette canalette e cordoli	40mm
Opere in elevazione in viste (pile, spalle, pulvini, baggioli)	40mm
Opere in elevazione con superfici interrato o non ispezionabili	40mm
Solette estradosso	35mm
Solette intradosso (getto in opera)	35mm
Impalcati armatura ordinaria	40mm
Impalcati in C.A.P. - cavi pre-tesi	Max ($3\phi_{TR}$; 50mm)
Impalcati in C.A.P. cavi post-tesi	Max (ϕ_G ; 60mm)
Predalles prefabbricate con funzioni strutturali	25mm
Predalles senza funzioni strutturali	Max (ϕ_{inf} ; 20mm)

Di conseguenza si prescrivono i seguenti copriferri nominali:

Soletta: copriferro nominale estradosso C=40mm; copriferro nominale intradosso C=30mm

Coppelle in c.a.: copriferro nominale C=30mm

Questi valori risultano essere più cautelativi rispetto al calcolo degli stessi secondo gli Eurocodici.

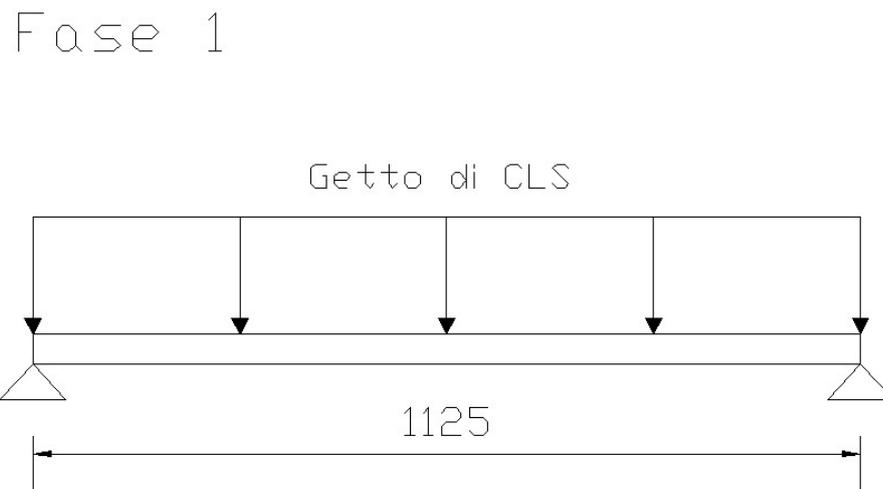
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 8 di 46

3 CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE DI FASE I E VERIFICA TRALICCIO

3.1 FASE 1

In questa fase verrà gettata la soletta e solo le predelle saranno reagenti; queste sono ordite longitudinalmente e sono appoggiate isostaticamente sui traversi caratterizzati da un interasse tipico pari a 1.625 m. Considerando una larghezza delle piattabande dei traversi di 60 cm e un appoggio di 5 cm, la luce di calcolo delle predelle è pari a 1.125 m.

Pertanto ciascuna coppella sostiene se stessa e il getto di completamento a spessore definitivo.



La verifica viene condotta considerando il peso medio della soletta ($s=35\text{cm}$) alle estremità trasversali dell'impalcato, dove l'altezza utile del traliccio è minima.

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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 9 di 46					
							IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					

3.2 VERIFICA TRALICCIO – PREDALLE CLS

Tipo di verifica

SLU

Caratteristiche dei materiali impiegati

Calcestruzzo C32/40

$f_{ck} =$	320 daN/cm ²
$\alpha_{cc} =$	0.85
$\gamma_c =$	1.5
$f_{cd} =$	181.3 daN/cm ²
$f_{ctm} =$	30.2 daN/cm ²
$f_{ctk} =$	21.2 daN/cm ²
$f_{cfm} =$	25.4 daN/cm ²
$f_{ctd} =$	14.1 daN/cm ²
$E_{cm} =$	33346 daN/cm ²

Acciaio B450C

$f_{yk,arm} =$	4500 daN/cm ²
$\gamma_s =$	1.15
$f_{yd} =$	3913 daN/cm ²
$E_{acc} =$	21000 kN/cm ²

Predalla S355 (eventuale):

$f_{yk,acc} =$	3550 daN/cm ²
$\gamma_s =$	1.05
$f_{yd} =$	3381 daN/cm ²
$E_{acc} =$	21000 kN/cm ²

Tipologia di predalla (Acciaio / Calcestruzzo):

Calcestruzzo

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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 10 di 46
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014							

Caratteristiche geometriche della sezione longitudinale del ponte

<u>Interasse travi principali o secondarie:</u>	$i =$	1.63 m
<u>Spessore predalle:</u>	$s_{predalla} =$	5.00 cm
Larghezza minima piattabanda superiore:		0.60 m
Appoggio predalle su piattabanda superiore:		0.05 m

N.B.: i tagli massimi negativi sono calcolati ad una distanza dall'appoggio pari ad 1/4 della dimensione della piattabanda.

Analisi dei carichi di fase 1

Spessore totale soletta in campata	$s_{cls,camp} =$	0.35	m
Peso proprio predalle senza traliccio	$q_{dalla,NOtra} =$	1.25	kN/m
Peso proprio traliccio	$q_{tra} =$	0.15	kN/m
Peso proprio predalle con traliccio	$q_{dalla} =$	1.40	kN/m
Peso proprio della soletta in campata	$q_{cls,camp} =$	8.90	kN/m
Carichi accidentali di getto	$q_{accid} =$	1.00	kN/m

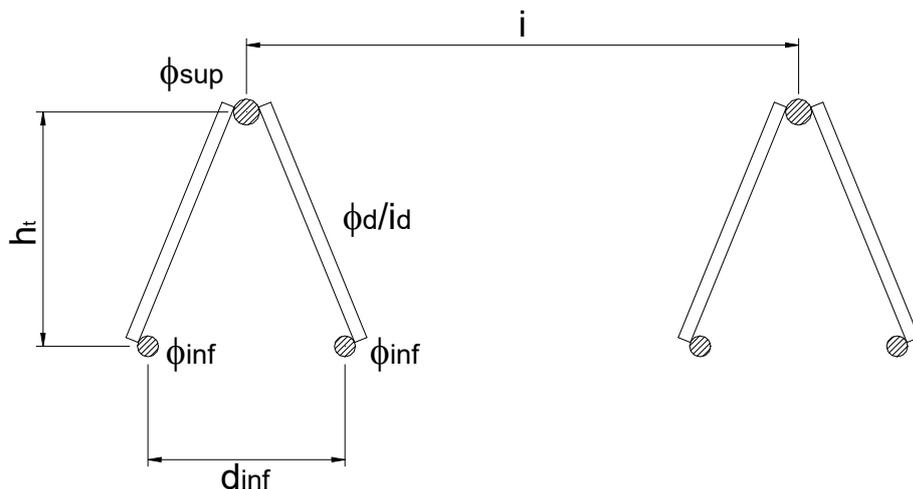
Caratteristiche di sollecitazione allo S.L.U.

Momento positivo massimo in campata:	$M_{campata} =$	2.14	kNm
Taglio sull'appoggio:	$V_{sbalzo,dx} =$	7.60	kN

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. PAGINA A 11 di 46
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				

Caratteristiche tralicci

Altezza totale traliccio: h				20.8 cm
Altezza utile traliccio: h_t				20.0 cm
Distanza ferri inf: d_{inf}				9.0 cm
Diametro ferro sup: ϕ_{sup}	1	Φ		12 mm
Diametro ferro rinf. sup: ϕ_{sup}	0	Φ		0 mm
Diametro ferri rinf. inf: ϕ_{inf}	0	Φ		0 mm
Diametro ferri inf: ϕ_{inf}	2	Φ		10 mm
Diametro diagonali: ϕ_d		Φ		1.0 cm
Interasse tralicci: i				40.0 cm
Interasse diagonali: i_d				20.0 cm
Larghezza collaborante predalla				40.0 cm
Spessore eventuale predalla in acciaio				0 cm



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 12 di 46

Verifica a momento positivo dei correnti dei tralicci

$$M = 2.14 \text{ kNm}$$

Numero di tralicci per ogni metro di soletta: 2.50

Momento flettente per ciascun traliccio: $M = 0.86 \text{ kNm}$

Corrente superiore - Compresso

Modulo di resistenza	$W_{\text{sup}} =$	22.30 cm ³		
Verifica di resistenza:	$\sigma_{\text{sup}} =$	384 daN/cm ²		
<u>Verifica di stabilità:</u>	$L_0 =$	20.00 cm		
	$\lambda =$	0.98		
	$\Phi =$	1.17		
	$\chi =$	0.55		
	$\sigma_{\text{sup}} =$	697 daN/cm²	<	3913 daN/cm²

Corrente inferiore - Teso

Modulo di resistenza	$W_{\text{inf}} =$	30.97 cm ³		
<u>Verifica di resistenza:</u>	$\sigma_{\text{inf}} =$	276 daN/cm²	<	3913 daN/cm²

Verifica a taglio delle diagonali dei tralicci

	$N_{\text{diag}} =$	173 daN		
Verifica di resistenza:	$\sigma_{\text{diag}} =$	221 daN/cm ²		
<u>Verifica di stabilità:</u>	$L_{\text{diag}} =$	22.81 cm		
	$\beta =$	0.7		
	$L_0 =$	15.97 cm		
	$\lambda =$	0.94		
	$\Phi =$	1.12		
	$\chi =$	0.57		
	$\sigma_{\text{inf}} =$	384 daN/cm²	<	3913 daN/cm²
Portata residua dei diagonalis:	$\sigma_{\text{inf, res}} =$	3529 daN/cm ²		

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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 13 di 46
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					

4 CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE FASE 2

4.1 ANALISI DEI CARICHI

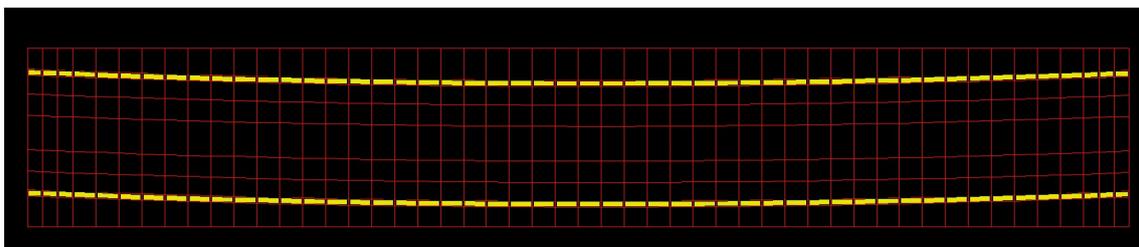
In questa fase la soletta è interamente reagente ed i carichi agenti sono i permanenti portati: i muretti porta-ballast, canalette porta cavi, impianti, il ballast e l'armamento.

Per un'analisi dettagliata dei carichi si rimanda alla relazione dell'impalcato a struttura mista.

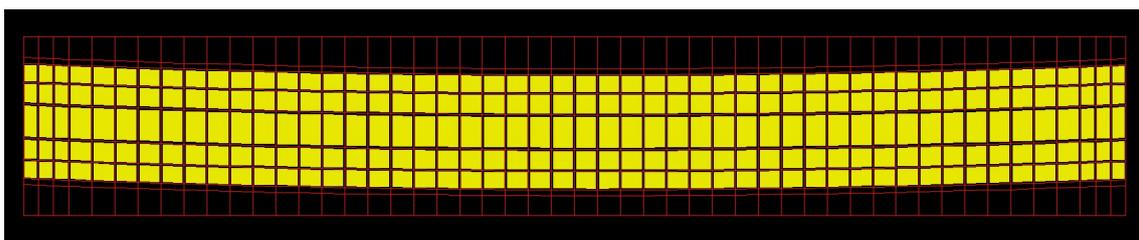
Gli effetti massimi prodotti dai carichi permanenti sono valutati direttamente dal modello globale; la soletta viene modellata con elementi shell considerando il suo effettivo baricentro e collegata ai traversi attraverso degli elementi rigidi.

Il caricamento viene effettuato assegnando agli elementi shell un carico uniformemente distribuito, considerando la reale distribuzione dei pesi.

Fase 2 – Pesi permanenti portati – muretti paraballast, canalette, impianti



Fase 2 – Pesi permanenti portati – Ballast e armamento



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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 14 di 46
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014							

5 CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE FASE 3

5.1 CARICHI DA TRAFFICIO FERROVIARIO

In accordo con il *Manuale di progettazione RFI* (par. 2.5.1.4.1.2), i carichi mobili verticali sono definiti per ciascun mezzo di carico. In particolare, nel nostro caso sono stati considerati 2 distinti modelli di carico:

- treno di carico LM71 rappresentativo del traffico normale;
- treno di carico SW/2 rappresentativo del traffico pesante;

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli sono stati moltiplicati per un coefficiente di adattamento "α" che risulta:

- 1.1 per i treni di carico LM71
- 1.0 per il treno di carico SW/2

Le azioni variabili verticali sono state definite in accordo con il par. 2.5.1.4.1.2 del Manuale di progettazione RFI.

5.1.1 Coefficienti dinamici

Secondo quanto riportato al paragrafo 2.5.1.4.2 del Manuale di progettazione delle opere civili di RFI, che riprende il par. 5.2.2.3.3 del DM 14.1.2008, il coefficiente dinamico adottato è stato riferito al caso di linee con normale standard manutentivo:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 \quad (\text{limitazione del coefficiente dinamico tra 1 e 2})$$

Di seguito si riporta il calcolo del coefficiente dinamico per la soletta:

$$i_{\text{soletta}} = 12 \text{ m}$$

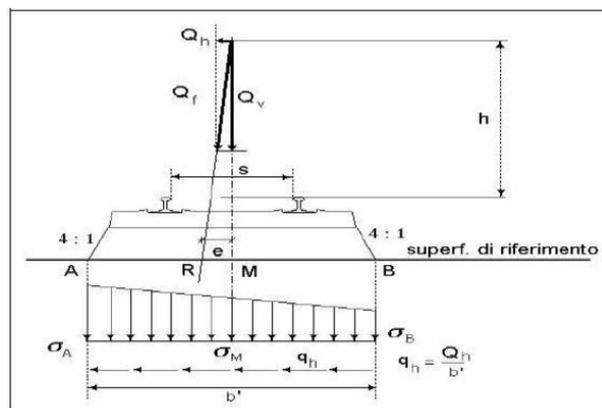
$$L_\phi = 2 \times 12 \text{ m} = 24 \text{ m}, \quad \varphi_3 = [2,16 / (24^{0.5} - 0,20)] + 0,73 = 1.19$$

Per la stima della lunghezza caratteristica si è seguito quanto indicato nella tabella 2.5.1.4.2.5.3-1 per il caso 4.3: solette per ponti a via inferiore ordite parallelamente alle travi principali $L_\phi =$ due volte la luce della soletta.

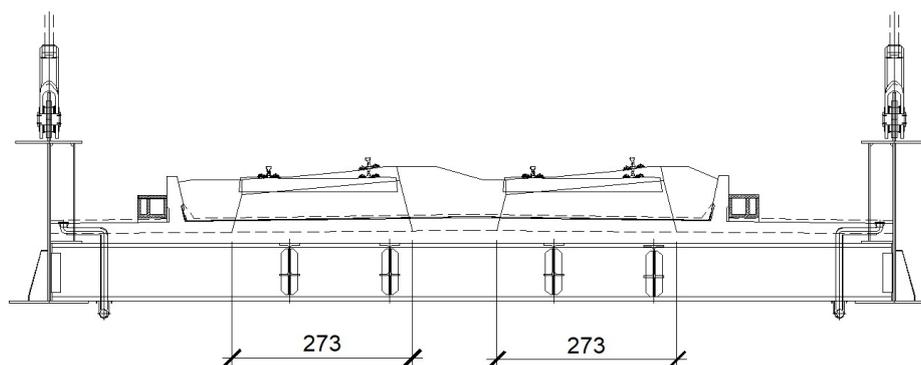
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A PAGINA 15 di 46
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						

5.1.2 Ripartizione trasversale del carico da traffico

Trattandosi di un impalcato con armamento su ballast, in accordo con il Manuale di progettazione RFI, la diffusione trasversale dei carichi da traffico avviene per mezzo delle traverse con diffusione 1:4 all'interno del ballast; in via cautelativa è stata considerata la stessa diffusione tra l'estradosso della soletta ed il suo piano medio invece di una diffusione a 45°.



Considerando tale ripartizione dei carichi si ottiene la ripartizione trasversale come indicato in figura

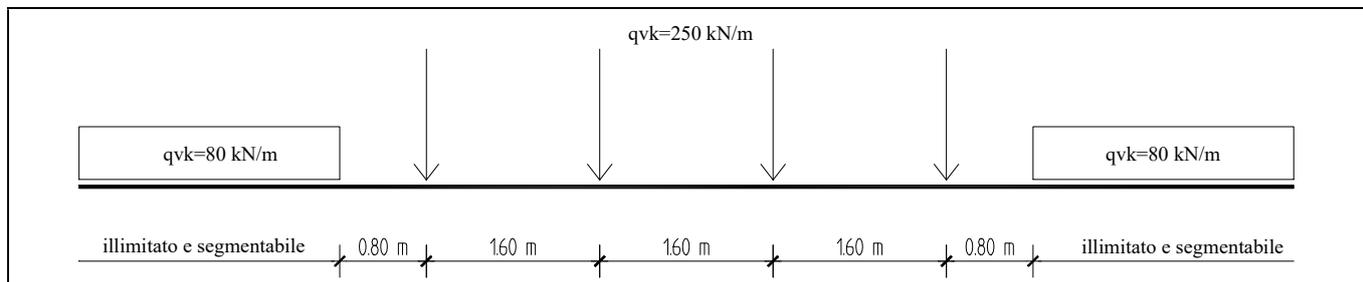


APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	16 di 46				

5.1.3 Carichi verticali

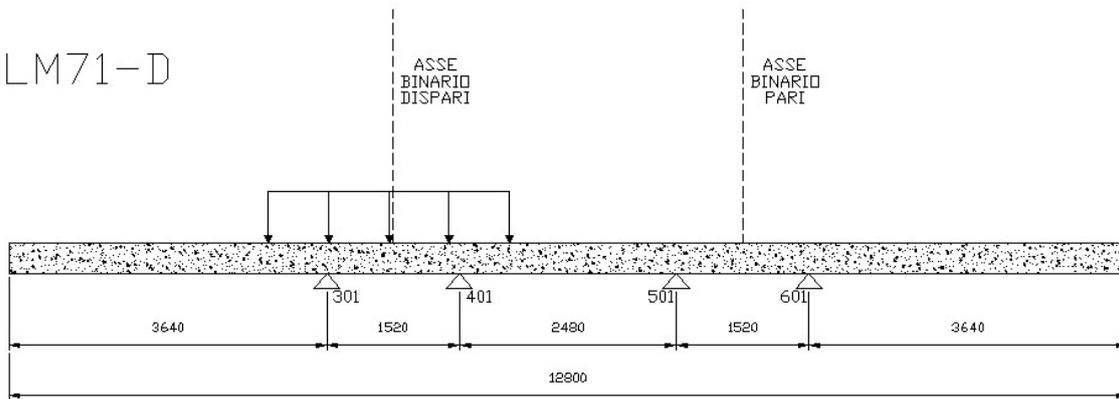
Treno di carico LM71

- quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.60 m. A favore di sicurezza si considerano detti carichi distribuiti su una lunghezza di 6,4 m (valore minore della diffusione del piano del ferro all'estradosso della soletta). Carico distribuito equivalente $q = 4 \times 250/6,4 = 156,25 \text{ kN/m}$
- un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata
- viene considerata una eccentricità trasversale della risultante del carico sia verso l'interno curva, che verso il lato esterno, pari a $e = s/18 = \pm 1,435 \text{ m}/18 = \pm 0,080 \text{ m}$; all'interno curva, tale eccentricità viene sommata a quella indotta dal sovrizzo $e_s = 0.08 + 0.24 = 0.32 \text{ m}$

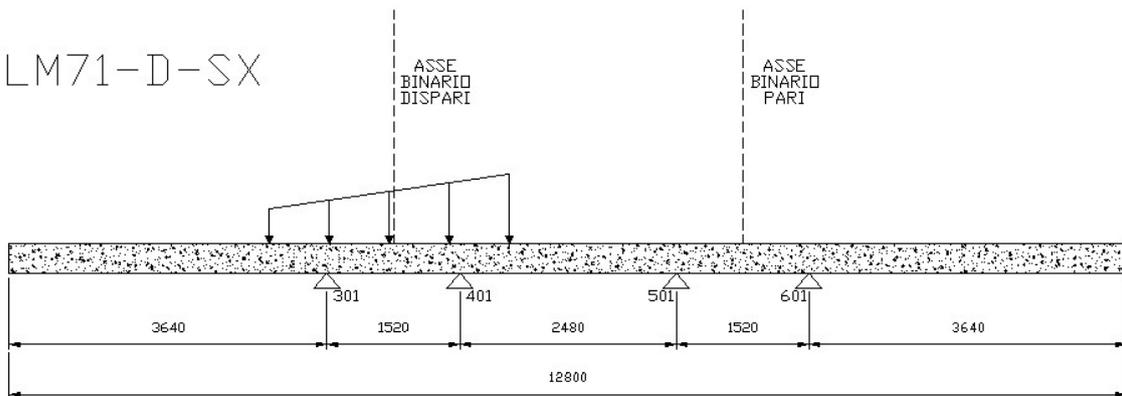


APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014											
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.												
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.02.57.002</td> <td>A</td> <td>17 di 46</td> </tr> </tbody> </table>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	17 di 46								

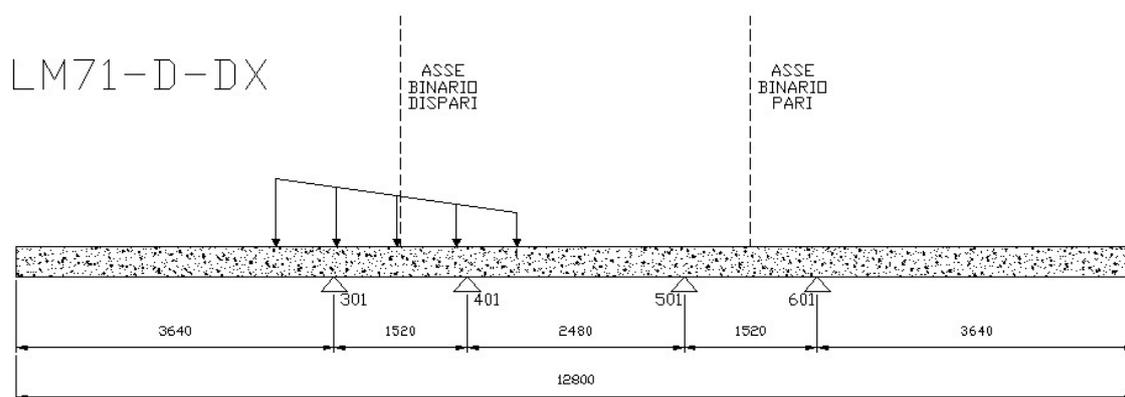
LM71-D



LM71-D-SX



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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.		
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A PAGINA 18 di 46
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						



Carichi concentrati (reazioni valutate per un singolo asse):

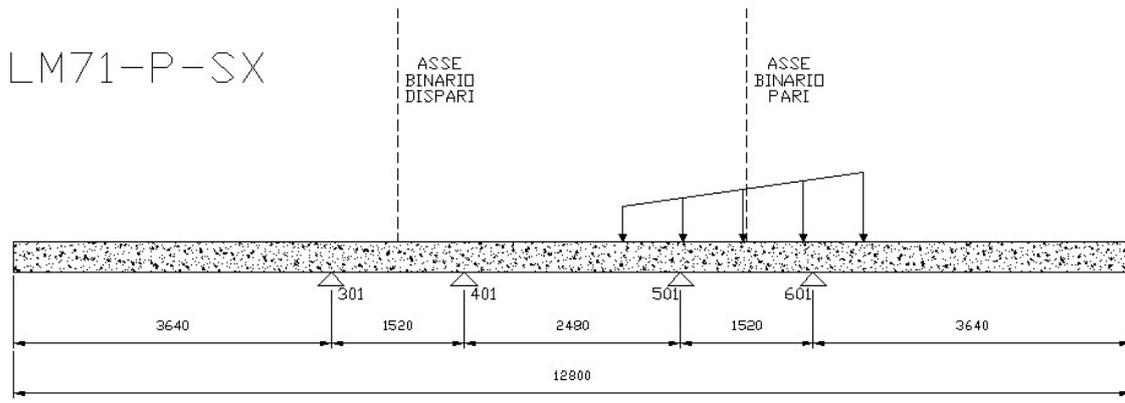
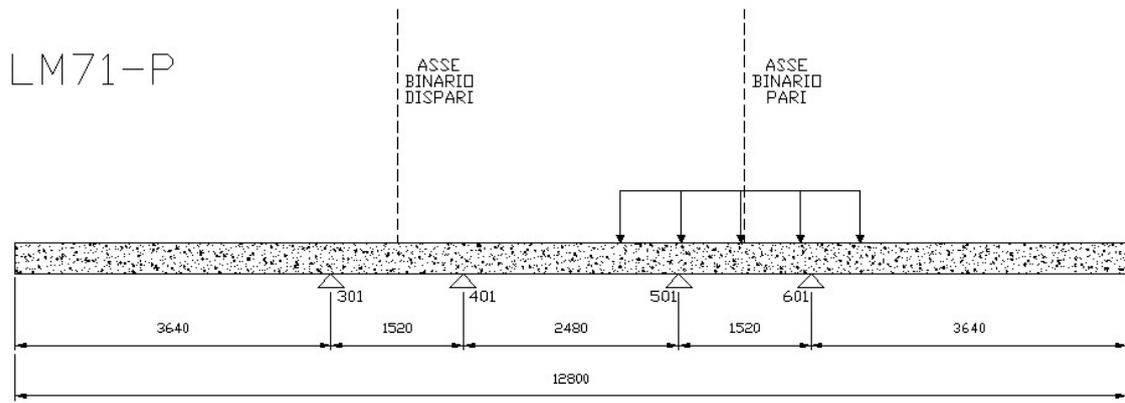
	R_{301}^* [kN]	R_{401}^* [kN]	R_{501}^* [kN]	R_{601}^* [kN]
LM71_D	147.76	126.15	1.89	-0.77
LM71_D_SX	92.91	178.52	5.31	-1.72
LM71_D_DX	161.47	113.06	1.04	-0.53

Carichi distribuiti:

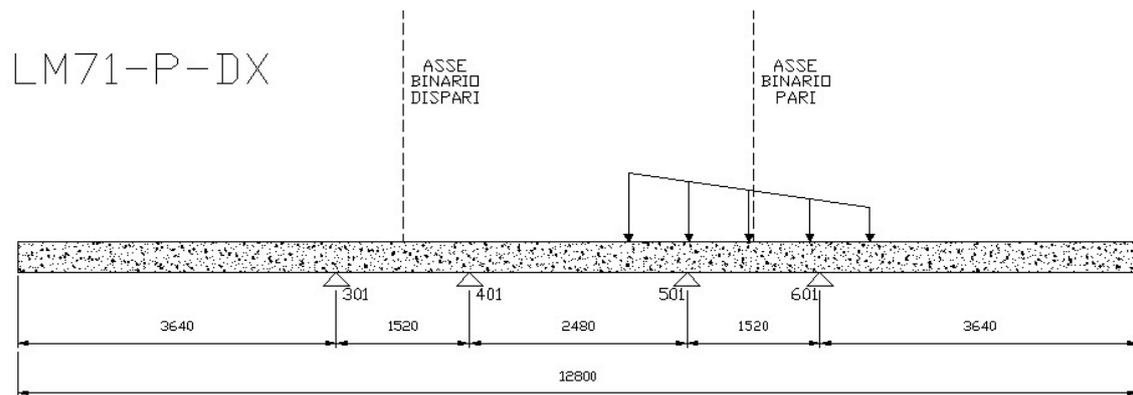
	R_{301}^* [kN/m]	R_{401}^* [kN/m]	R_{501}^* [kN/m]	R_{601}^* [kN/m]
LM71_D	47.28	40.37	0.61	-0.25
LM71_D_SX	29.73	57.13	1.7	-0.55
LM71_D_DX	51.67	36.18	0.33	-0.17

* R_{301} , R_{401} , R_{501} e R_{601} rappresentano i carichi a m lineare direttamente applicati agli elementi rappresentativi delle longherine (fili 301, 401, 501, 601 del modello FEM).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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 SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	19 di 46				



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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.		
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A PAGINA 20 di 46
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						



Carichi concentrati (reazioni valutate per un singolo asse):

	R_{301}^* [kN]	R_{401}^* [kN]	R_{501}^* [kN]	R_{601}^* [kN]
LM71_P	-1.46	4.58	139.88	132.01
LM71_P_SX	0.00	-0.90	91.13	184.81
LM71_P_DX	-1.82	5.95	152.07	118.81

Carichi distribuiti:

	R_{301}^* [kN/m]	R_{401}^* [kN/m]	R_{501}^* [kN/m]	R_{601}^* [kN/m]
LM71_P	-0.47	1.46	44.76	42.24
LM71_P_SX	0.00	-0.29	29.16	59.14
LM71_P_DX	-0.58	1.90	48.66	38.02

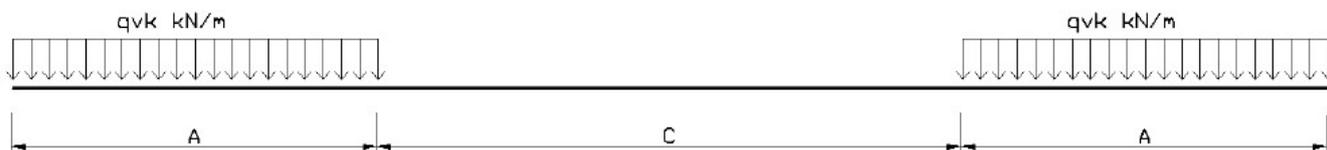
* R_{301} , R_{401} , R_{501} e R_{601} rappresentano i carichi a m lineare direttamente applicati agli elementi rappresentativi delle longherine (fili 301, 401, 501, 601 del modello FEM).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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.		
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A
						PAGINA 21 di 46
		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				

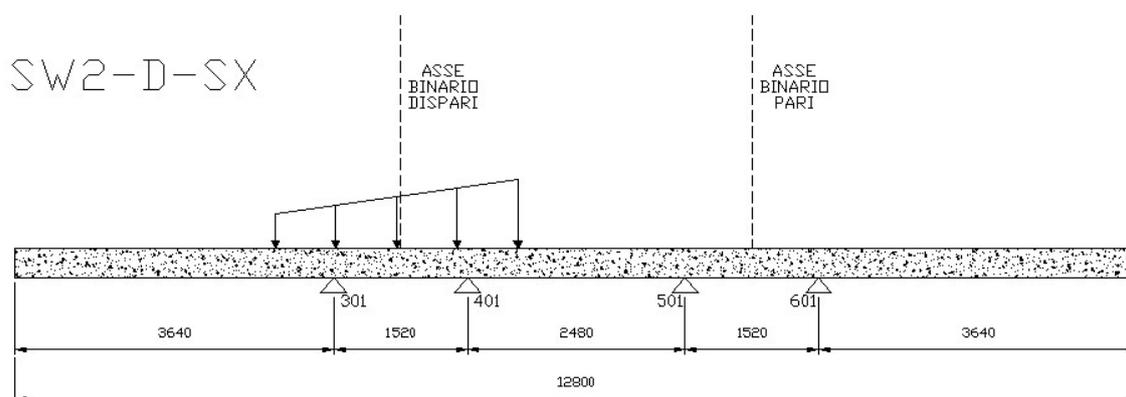
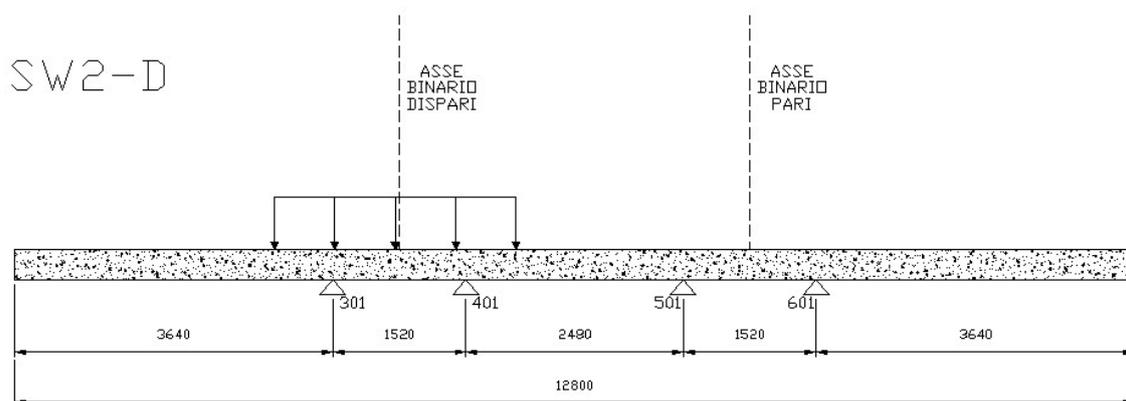
Treno di carico SW/2

Il carico è caratterizzato da due stese di carico uniforme di lunghezza pari ad $a = 25$ m di intensità 150 kN/m e separate da una distanza di $c = 7.00$ m.

Per tale carico è stata considerata eccentricità nulla ed eccentricità in interno curva dovuta agli effetti del sovrizzo $e_s = 0.23$ m.



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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.		
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A
		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				
		PAGINA 22 di 46				

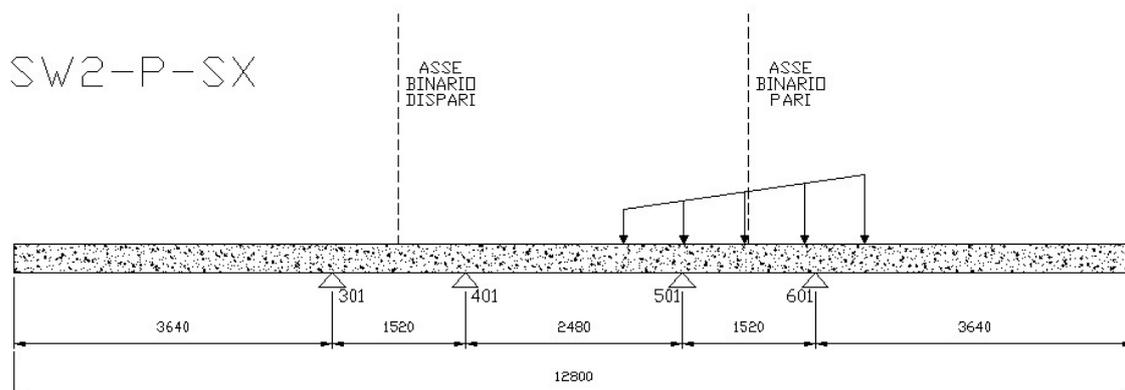
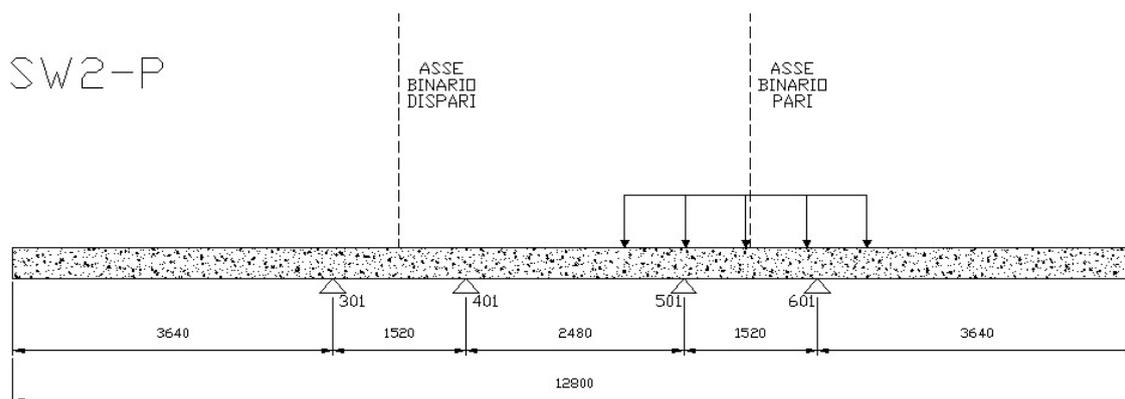


Carichi distribuiti:

	R_{301}^* [kN/m]	R_{401}^* [kN/m]	R_{501}^* [kN/m]	R_{601}^* [kN/m]
SW/2_D	80.6	68.81	1.03	-0.42
SW/2_D_SX	58.16	90.23	2.43	-0.81

* R_{301} , R_{401} , R_{501} e R_{601} rappresentano i carichi a m lineare direttamente applicati agli elementi rappresentativi delle longherine (fili 301, 401, 501, 601 del modello FEM).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 23 di 46			
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014										



Carichi distribuiti:

	R_{301}^* [kN/m]	R_{401}^* [kN/m]	R_{501}^* [kN/m]	R_{601}^* [kN/m]
SW/2_P	-0.8	2.5	76.3	72.01
SW/2_P_SX	-0.2	0.26	56.35	93.61

* R_{301} , R_{401} , R_{501} e R_{601} rappresentano i carichi a m lineare direttamente applicati agli elementi rappresentativi delle longherine (fili 301, 401, 501, 601 del modello FEM).

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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 24 di 46
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014							

1.1.1 Carichi orizzontali

1.1.1.1 Azione centrifuga

L'azione è schematizzata come un carico uniformemente distribuito agente in direzione orizzontale in direzione esterno curva, applicato alla quota di 1,80m al di sopra del piano del ferro (P.F.).

L'azione viene riportata al baricentro della sezione in acciaio del traverso applicando all'impalcato l'opportuno momento di trasporto. Quest'ultimo viene valutato considerando un braccio pari alla distanza tra il punto di applicazione del carico e il baricentro traverso.

Tenendo conto che la velocità di progetto nel tratto in esame è pari a 130 km ed il raggio 1000 m, per i vari modelli di carico si ottengono i valori di azione centrifuga illustrati di seguito

- Modello di carico LM71

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) \quad \Rightarrow \quad Q_{tk} = 31.18 \text{ kN (singolo asse)}$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk}) \quad \Rightarrow \quad q_{tk} = 9.98 \text{ kN/m}$$

- Modello di carico SW/2

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk}) \quad \Rightarrow \quad q_{tk} = 11.81 \text{ kN/m}$$

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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 25 di 46
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014							

1.1.1.2 Azione di Avviamento/Frenatura

Le azioni di avviamento e frenatura sono schematizzate come carico distribuito agente in direzione longitudinale in entrambe le direzioni, applicato direttamente al piano del ferro (P.F.).

L'azione viene riportata al baricentro della sezione in acciaio del traverso applicando all'impalcato l'opportuno momento di trasporto. Quest'ultimo viene valutato considerando un braccio pari alla distanza tra il punto di applicazione del carico e il baricentro traverso.

I valori di frenatura ed avviamento associati al treno di carico LM71 sono stati moltiplicati per i coefficienti dinamici Φ_3 e di adattamento α .

Avviamento:

$$Q_{la,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L[m] \leq 1000 \text{ kN per modelli di carico LM71, SW/0, SW/2}$$

L'azione di avviamento viene applicato per una lunghezza di 30.3m di convoglio.

Frenatura:

$$Q_{lb,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L[m] \leq 6000 \text{ kN per modelli di carico LM71, SW/0}$$

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

1.1.1.3 Azione di Serpeggio

L'azione è schematizzata come un carico concentrato agente in direzione orizzontale interno ed esterno curva, applicato direttamente al piano del ferro (P.F.).

L'azione viene riportata al baricentro della sezione in acciaio del traverso applicando all'impalcato l'opportuno momento di trasporto. Quest'ultimo viene valutato considerando un braccio pari alla distanza tra il punto di applicazione del carico e il baricentro traverso.

L'azione di serpeggio è pari a:

$$Q_{sk} = \alpha \times 100 \text{ kN} = 110 \text{ kN} \quad (\text{Serpeggio LM71})$$

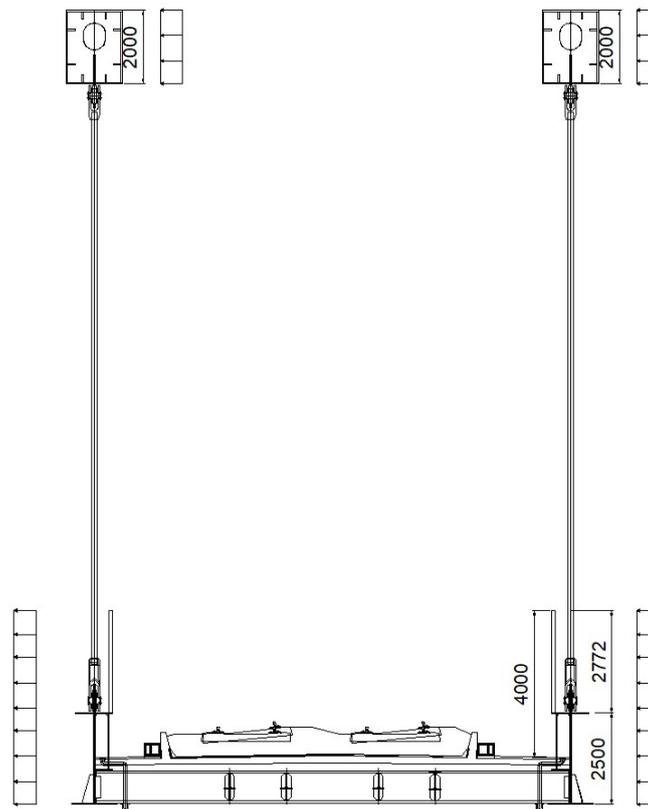
$$Q_{sk} = 100 \text{ kN} \quad (\text{Serpeggio SW/2})$$

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 SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	26 di 46			

5.2 CARICHI DA VENTO

1.1.1.4 Vento a ponte scarico

Come illustrato in figura si considera applicato su entrambe le pareti una azione orizzontale pari al prodotto della pressione cinetica per la superficie di competenza di ciascun elemento interessato (arco e trave-catena); essendo tale azione applicata nel modello su gli assi schema si considera un momento intorno all'asse longitudinale della trave per effetto dell'eccentricità di applicazione del carico distribuito nel caso in cui venga prevista l'installazione di un'eventuale barriera.



Su travi-catena (entrambe le pareti):

$$h \cong (2.5 \text{ m} + 2.8 \text{ m}) = 5.3 \text{ m}$$

$$e = (5,3 - 2,5) / 2 = 1.4 \text{ m}$$

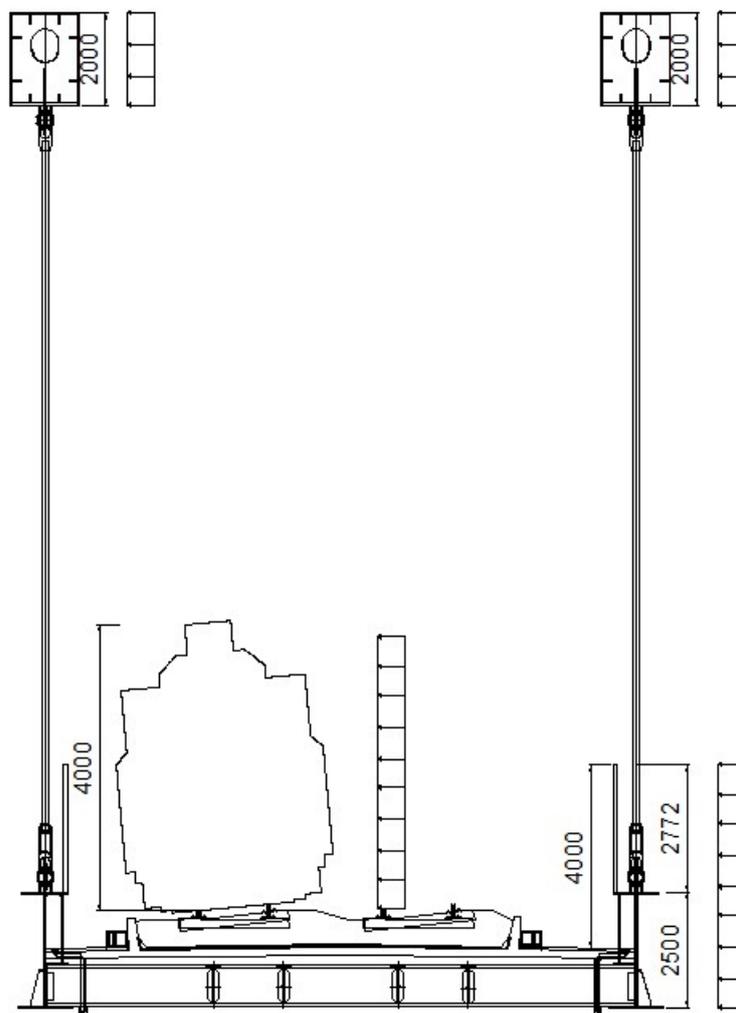
$$q_w = 5.3 \times 1.52 = 8.056 \text{ kN/m}$$

$$m_{tw} = 1,4 \times 8.056 = 11.28 \text{ kNm/m}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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 SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	28 di 46

1.1.1.5 Vento a ponte carico

Come illustrato in figura si considera applicato sugli archi di entrambe le pareti una azione orizzontale pari al prodotto della pressione cinetica per la superficie di competenza mentre sull'impalcato si considera oltre all'effetto di pressione sulla medesima la presenza del treno su un binario per una altezza pari a 4 m dal piano ferro, come previsto dalla normativa ferroviaria; essendo tale azione applicata nel modello nell'asse schema della trave esposta al vento si considera applicato anche un momento intorno all'asse longitudinale per effetto dell'eccentricità di applicazione del carico distribuito, mentre sul traverso si applica oltre all'azione orizzontale la coppia derivante dall'eccentricità del treno rispetto al baricentro dell'impalcato.



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 SOLETTA		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014									
		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	29 di 46				

Su travi-catena (*una parete*) e traversi impalcato:

$$h_{\text{TRAVE}} \cong (2.5 \text{ m} + 2.8 \text{ m}) = 5.3 \text{ m}$$

kN/m

$$q_{w\text{TRAVE}} = 5.3 \times 1.52 = 8.056$$

$$e_{\text{TRAVE}} = (5.3 - 2.5) / 2 = 1.4 \text{ m}$$

kNm/m

$$m_{tw\text{TRAVE}} = 1.4 \times 8.056 = 11.28$$

$$h_{\text{TRENO}} = 4.0 \text{ m}$$

kN/m

$$q_{w\text{TRENO}} = 4.0 \times 1.52 = 6.08$$

$$e_{\text{TRENO}} = 2 + 1.82 = 3.82 \text{ m}$$

kNm/m

$$m_{tw\text{TRENO}} = 3.82 \times 6.08 = 23.23$$

Su arco (entrambe le pareti):

$$h \cong 2.0 \text{ m} \quad q_w = 2.0 \times 1.92 = 3.84 \text{ kN/m}$$

$$e = 0 \text{ m}$$

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 SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	30 di 46

5.3 CARICHI SUI MARCIAPIEDI

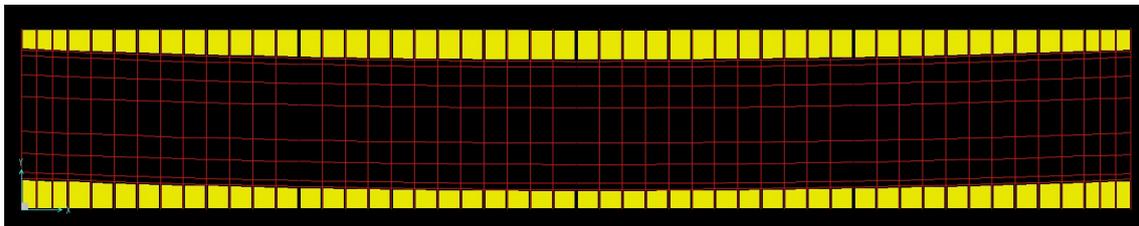
Si considera un carico: $q_M = 10 \text{ kN/mq}$. Tale carico non deve essere incrementato del coefficiente dinamico ϕ , né essere considerato contemporaneamente ai carichi sui binari. Si considerano i tre casi:

- c.d.c. 1 Carico da manutenzione su entrambi i marciapiedi
- c.d.c. 2 Carico da manutenzione su marciapiedi lato sinistro
- c.d.c. 3 Carico da manutenzione su marciapiede lato destro

Gli effetti massimi prodotti dai carichi di manutenzione sono valutati direttamente dal modello globale.

Il caricamento viene effettuato assegnando agli elementi shell un carico uniformemente distribuito, considerando la reale distribuzione dei pesi.

A titolo di esempio, di seguito si riporta un immagine del caricamento solo per il primo caso.



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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 SOLETTA		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014										
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA						
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	31 di 46						

5.4 CARICHI ECCEZIONALI

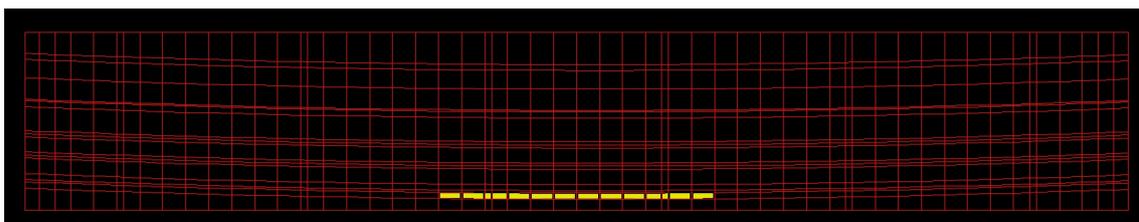
5.4.1 Deragliamento al di sopra del ponte

Per il dimensionamento della soletta si considera la condizione di carico eccezionale dovuto al deragliamento di un treno al di sopra del ponte. Per la definizione delle condizioni di carico da considerare si segue quanto indicato al capitolo 2.5.1.5.1 del manuale di progettazione RFI (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A).

Essendo il carico di deragliamento applicabile entro una certa distanza dall'asse del binario (1.5 x scartamento), si considerano i punti di applicazione del carico che, in funzione delle linee di influenza di una trave in semplice appoggio, producono gli effetti maggiori di taglio e momento.

Il caricamento viene effettuato assegnando agli elementi shell un carico uniformemente distribuito, considerando la reale distribuzione dei pesi.

A titolo di esempio, di seguito si riporta un immagine del caricamento.



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 32 di 46
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014							

6 VERIFICHE DI RESISTENZA – SLU

6.1 AZIONI DI VERIFICA

In accordo con il capitolo 2 e 5 del NTC2008 e il paragrafo 2.5.1.8 del Manuale di progettazione delle opere civili RFI si definiscono le seguenti combinazioni di:

- **combinazione A1 STR (SLU):**

SLU_GR1:

Fasell x 1.5(0)+ Ballast x 1.5 (1)+Traffico**x1.45(0)+Ventox1.5x0.6(0)+Termicax1.5x0.6(0)

SLU_W:

Fasell x1.5(0)+ Ballast x1.5(1)+Vento.x1.5 (0)+Traffico**x1.45x0.8 (0)+Termicax1.5x0.6 (0)

SLU_Man:

Fasell x1.5(0)+Ballast x1.5(1)+Manutenzione x1.45(0)+Vento.x1.5 0.6(0)+Termicax1.5x0.6 (0)

Note:

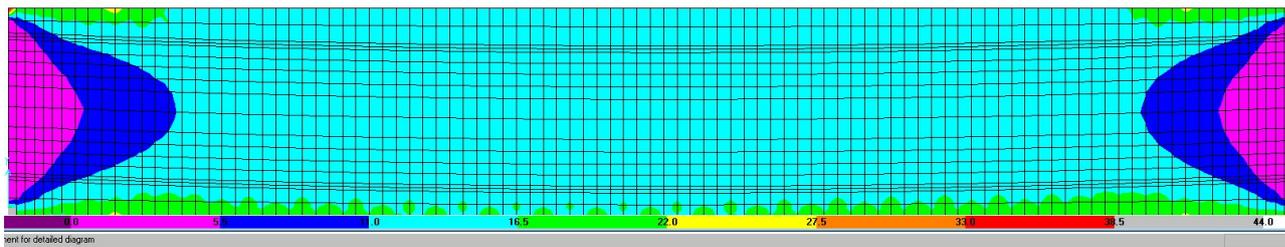
I valori tra parentesi nell'espressione di sopra vanno assunti quando l'azione risulta favorevole nei confronti della verifica che si sta svolgendo

**Traffico corrisponde alla combinazione di carico di gruppo 1 in accordo con quanto già definito nella relazione dell'impalcato comprendenti già i rispettivi coefficienti dinamici e di adattamento

Successivamente si riportano le immagini relative agli stati di sollecitazione presenti all'interno della soletta

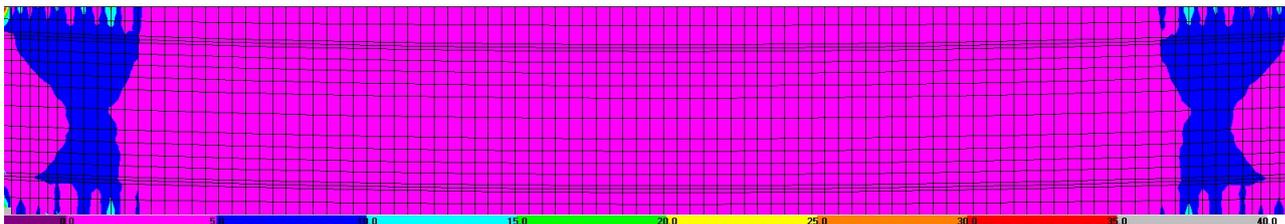
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 33 di 46
			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					

Massime forze longitudinali



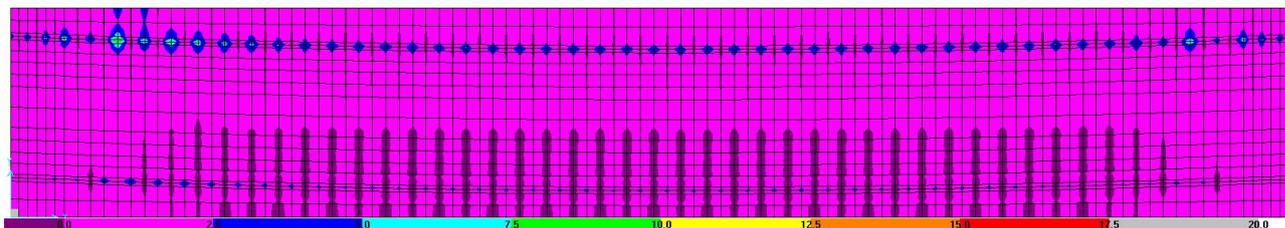
Sollecitazione longitudinale massima $F11 = 2000 \text{ kN}$.

Massime forze trasversali



Sollecitazione trasversale massima $F22 = 950 \text{ kN}$.

Massime sollecitazioni di taglio



Sollecitazione di taglio massima $V = 450 \text{ kN}$.

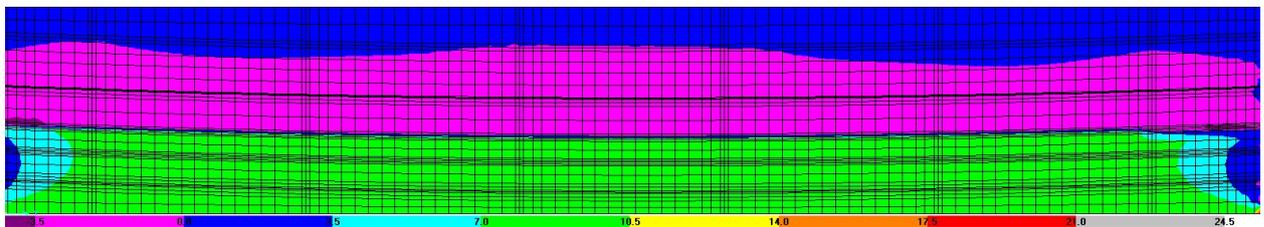
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	TRATTA NAPOLI-CANCELLO			
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002
			REV. A	PAGINA 34 di 46		

- **combinazione eccezionale E (SLU):**

SLU_Ecc: Fase II x 1 + Ballast x 1 + Deraggiamento. x 1

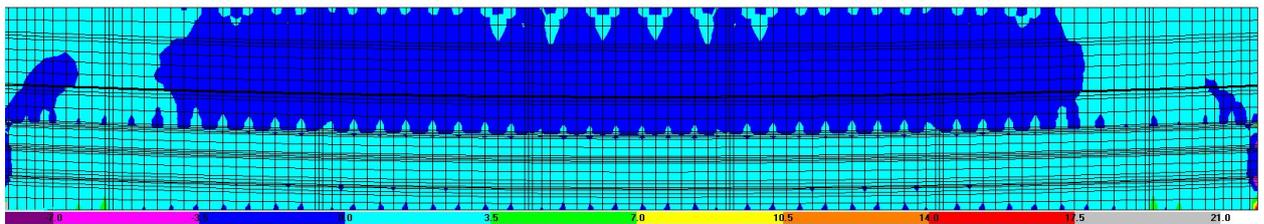
Successivamente si riportano le immagini relative agli stati di sollecitazione presenti all'interno della soletta

Massime forze longitudinali



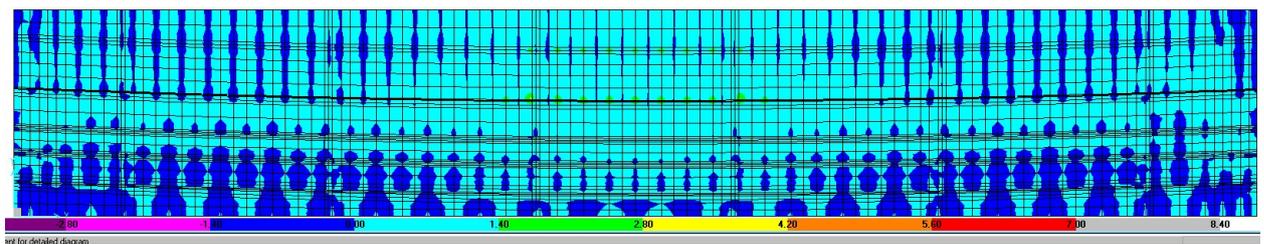
Sollecitazione longitudinale massima $F_{11} = 900$ kN.

Massime forze trasversali



Sollecitazione trasversale massima $F_{22} = 350$ kN.

Massime sollecitazioni di taglio



Sollecitazione di taglio massima $V = 140$ kN.

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 SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	35 di 46				

6.2 VERIFICA DELL'ARMATURA TESA LONGITUDINALE

Il massimo sforzo di trazione agente in direzione longitudinale è pari a 2000kN a metro di soletta. Si ipotizza che l'intero sforzo di trazione sia affidato alle armature longitudinali.

Lembo superiore: doppio strato $\phi 22/10 + \phi 20/10$

Lembo inferiore: doppio strato $\phi 22/10 + \phi 20/10$

Area complessiva delle barre longitudinali a metro di soletta $A_L = 138.7 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$\sigma_{SLU} = 2000/138.7 = 14.42 \text{ kN/cm}^2 < 39.1 \text{ kN/cm}^2$$

6.3 VERIFICA DELL'ARMATURA TESA TRASVERSALE

Il massimo sforzo di trazione agente in direzione trasversale è pari a 950kN a metro di soletta. Si ipotizza che l'intero sforzo di trazione sia affidato alle armature longitudinali.

Lembo superiore: doppio strato $\phi 20/10 + \phi 20/20$

Lembo superiore: doppio strato $\phi 20/10 + \phi 20/20$

Area complessiva delle barre longitudinali a metro di soletta $A_T = 94.2 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$\sigma_{SLU} = 950/94.2 = 10.08 \text{ kN/cm}^2 < 39.1 \text{ kN/cm}^2$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 36 di 46
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014							

6.4 VERIFICHE A TAGLIO

In accordo con il DM 14.01.2008, la resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di un'adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono le armature trasversali specifiche a taglio, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima ad inclinazione variabile.

La verifica di resistenza agli SLU si pone con $V_{Rd} > V_{Ed}$ in cui V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Il valore del taglio resistente si assume come il minore tra la resistenza a "taglio trazione" dell'armatura trasversale $V_{Rs,d}$, e la resistenza a "taglio compressione" del puntone di calcestruzzo d'anima $V_{Rc,d}$. Più precisamente:

$$V_{Rd} = \min [V_{Rs,d}; V_{Rc,d}]$$

Dove:

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

resistenza a taglio trazione dell'armatura

$$V_{Rc,d} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$$

resistenza a taglio compressione

- d altezza utile della sezione
- b_w larghezza minima della sezione
- A_{sw} Area dell'armatura trasversale a taglio
- s interasse tra due armature trasversali consecutive
- f_{yd} resistenza al limite di snervamento dell'acciaio di armatura
- f'_{cd} resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima $f'_{cd} = 0.5 f'_{cd}$
- α inclinazione delle armature trasversali rispetto all'asse della trave
- θ è l'inclinazione variabile dei puntoni d'anima tale che $1 < ctg\theta < 2.5$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 37 di 46
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014							

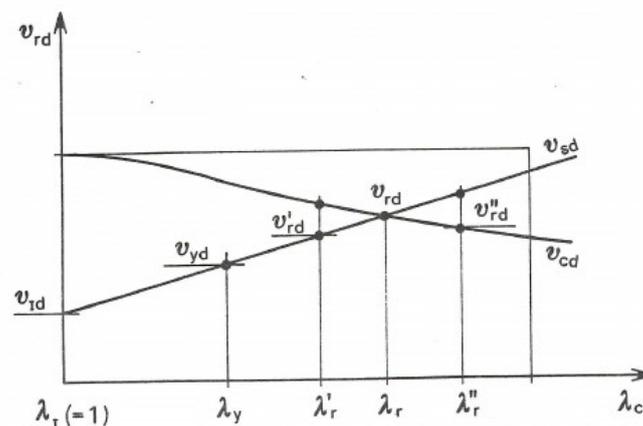
La schematizzazione a traliccio ad inclinazione variabile permette infatti di considerare in maniera corretta il contributo di resistenza al taglio fornito dagli effetti iperstatici, principalmente l'ingranamento degli inerti, i quali permettono un passaggio degli sforzi attraverso le fessure. Ciò determina un abbassamento della tensione nell'armatura trasversale, la quale raggiungerà lo snervamento per valori di taglio sensibilmente più elevati.

Gli effetti iperstatici permangono però anche dopo lo snervamento dell'armatura e consentono una ulteriore crescita del taglio grazie ad un adattamento plastico che compensa l'incremento con un accresciuto impegno del calcestruzzo secondo un'inclinazione sempre più abbattuta delle compressioni d'anima.

La risorsa ultima di resistenza è raggiunta quando si arriva anche alla rottura del calcestruzzo, ossia quando:

$$V_{sd} = V_{cd}$$

Il grafico sottostante mostra gli andamenti della resistenza a taglio trazione adimensionalizzata, $n_{sd} = V_{sd} / bzf'cd$, e della resistenza a taglio compressione adimensionalizzata $n_{cd} = V_{cd} / bzf'cd$, in funzione del parametro $l_c = ctg \theta$



Il valore di $ctg \theta$ ottenuto imponendo la precedente uguaglianza deve rispettare comunque i limiti imposti dalla normativa ($1 < ctg \theta < 2.5$), altrimenti, se maggiore, si assumerà il valore massimo ammesso pari a 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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A	PAGINA 38 di 46

Si verifica la sezione considerando la portata residua dei tralicci

Verifica a Taglio soletta secondo DM 14.01.2008		
$R_{ck} =$	400 kg/cm ²	
$f_{cd} =$	213 kg/cm ²	
$f'_{cd} =$	107 kg/cm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	3519 kg/cm ²	portata residua dei tralicci da analisi traliccio i fase Ia
$h =$	35 cm	altezza della soletta
$h_t =$	20 cm	altezza del traliccio
$c =$	4 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	31 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	10 mm	diametro delle staffe / armatura diagonale traliccio
n braccia =	5	
$A_{sw} =$	3.93 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	20 cm	passo dell'armatura trasversale
$\alpha =$	63.4 °	inclinazione dei diagonali del traliccio sull'orizzontale
$\alpha =$	1.11 rad	
Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è		
$\theta =$	13.93 °	inclinazione dei puntoni d'anima
$V_{rsd} =$	781 daN	taglio trazione
$V_{rcd} =$	781 daN	taglio compressione
$ctg \theta =$	4.03	=> si assume $ctg \theta = 2.5$
$V_{rsd} =$	51727 daN	
$V_{rcd} =$	123145 daN	
$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rcd}]$	517 kN	
V_{ed}	450 kN	$V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow$ verifica soddisfatta

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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 SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	39 di 46				

7 VERIFICHE DI FESSURAZIONE AGLI SLE

7.1 AZIONI DI VERIFICA

Successivamente vengono riportate le verifiche a fessurazione della soletta in c.a. tenendo in considerazione le seguenti azioni:

- 1) Carichi permanenti portati
- 2) Carichi accidentali da traffico
- 3) Ritiro della soletta
- 4) Effetti termici

Seguendo quanto indicato dalle NTC2008 (par. 5.2.3.1.3) e dal Manuale di progettazione delle opere civili RFI (par. 2.5.1.8.2.3) le verifiche sono state condotte considerando, per i carichi accidentali, il gruppo di carico 4.

Inoltre, a seguito della fessurazione del calcestruzzo, si assume un modulo elastico del calcestruzzo a trazione E_{ct} pari a:

$$E_{ct} = \zeta * E_c$$

Dove $\zeta = 0.7$

Il coefficiente di omogeneizzazione per i carichi di breve durata risulta:

$$n_3 = E_s / E_{ct} = 210000 / (0.7 * 33643) = 8.92$$

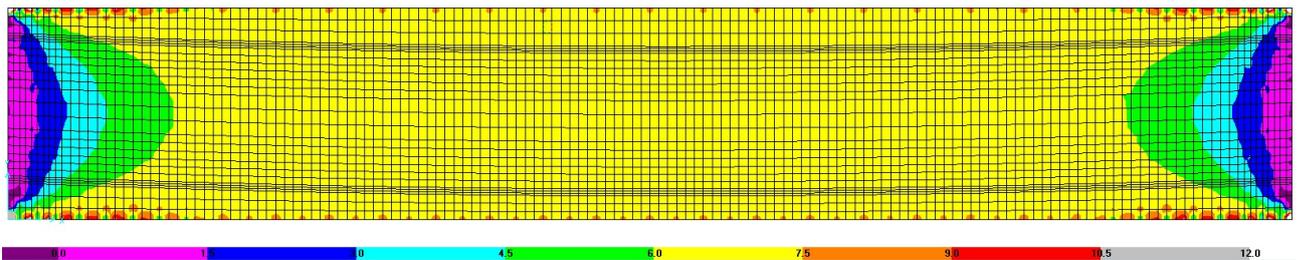
$$n_2 = n_3 * (1 + \phi_{(\infty, to)}) = 24.52$$

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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002		

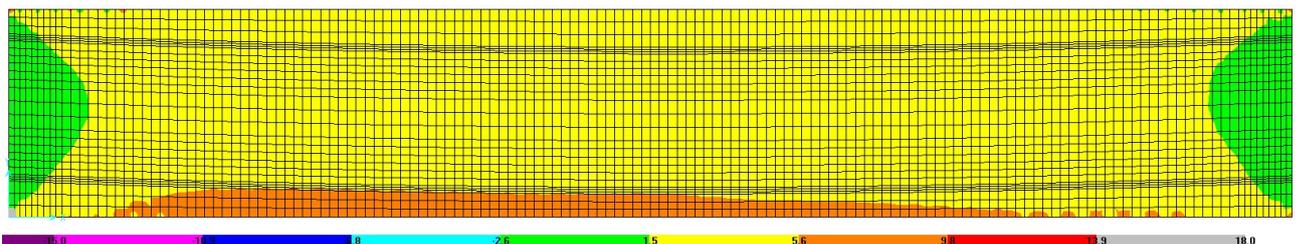
7.1.1 Verifiche a fessurazione in direzione longitudinale

Nelle immagini seguenti si riporta l'andamento delle forze longitudinali di trazione sulla soletta per i carichi di Fase 2 e di fase 3; nell'analisi, per i carichi di breve e lunga durata, sono stati considerati differenti coefficienti di omogeneizzazione del calcestruzzo, così come descritto al capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Fase 2: Carichi Permanenti portati + Ritiro della soletta



Fase 3: Carichi Accidentali da traffico + Effetti termici



Successivamente viene riportata la verifica a fessurazione considerando l'azione massima di 1300 kN.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A 41 di 46

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

Calcestruzzo	Rck =	400 daN/cm ²	
	fctm =	31.0 N/mm ²	
	fcfm =	37.2 N/mm ²	
	fcfk =	26.0 N/mm ²	
	fck =	33.2 N/mm ²	
	fc m =	41.2 N/mm ²	
	Ecm =	33642.8 N/mm ²	
	Es =	210000 N/mm ²	
coeff. omogeneizzazione	αe =	24.522	
Normale sollecitante	N =	1300 kN	
altezza totale	hsol =	35 cm	
larghezza	Bsol =	100 cm	
ricoprimento acciaio teso	rt =	3.9488102 cm	
copriferro acciaio teso	ct =	5.0 cm	
ricoprimento acciaio compresso	rc =	3.9 cm	
copriferro acciaio compresso	cc =	5 cm	
area acciaio teso	Aat =	69.4 cm ²	(superiore)
area acciaio compresso	Aac =	69.4 cm ²	(inferiore)
Tensione nell'acciaio teso	σs =	1873 daN/cm ²	
diametro medio barre tese	ft =	2.10 cm	
interasse medio barre tese	fc =	5.0 cm	
diametro medio barre compresse	ft =	2.10 cm	
interasse medio barre compresse	fc =	5.0 cm	
	sup d =	30 cm	
	inf d =	30 cm	
	sup ρeff =	0.040	
	inf ρeff =	0.040	

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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. A PAGINA 42 di 46

Coeff. di durata

$k_t = 0.4$
 sup $h_{c,ef} = 18 \text{ cm}$
 inf $h_{c,ef} = 18 \text{ cm}$
 $k_1 = 0.8$
 $k_2 = 1$
 $k_3 = 3.4$
 $k_4 = 0.425$

$k_t = 0.6$ per carichi di breve durata, 0.4 per lunga durata

$k_1 = 0.8$ per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce

$k_2 = 0.5$ nel caso di flessione, 1.0 per trazione semplice

Lembo superiore diametro medio \checkmark 21 mm
 ricoprimento \checkmark 39.488102 mm

Lembo inferiore diametro medio \checkmark 21 mm
 ricoprimento \checkmark 39 mm

Distanza media tra fessure Δ_{smax} \checkmark 314.5 mm

Deformazione media nel c.l.s $\epsilon_{sm} =$ 0.00060

Valore di confronto 0.20 mm

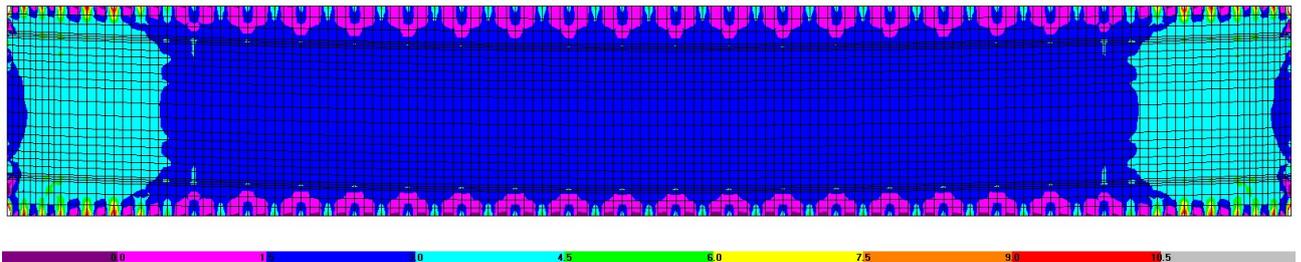
Apertura caratteristica di fessura \checkmark 0.1882 mm

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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002		

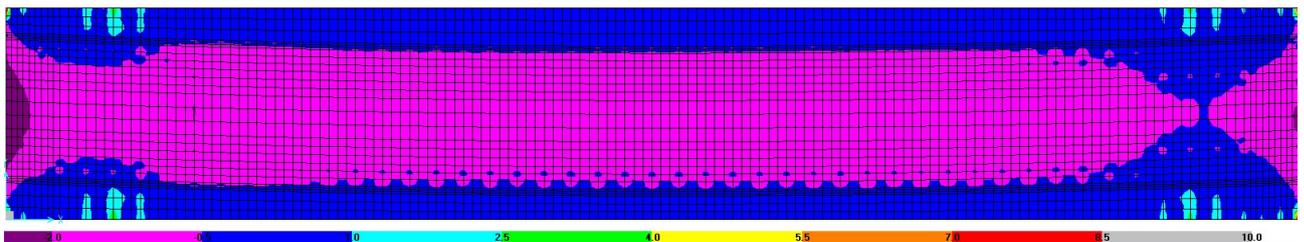
7.1.2 Verifiche a fessurazione in direzione trasversale

Nelle immagini seguenti si riporta l'andamento delle forze longitudinali di trazione sulla soletta per i carichi di Fase 2 e di fase 3; nell'analisi, per i carichi di breve e lunga durata, sono stati considerati differenti coefficienti di omogeneizzazione del calcestruzzo, così come descritto al capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Fase 2: Carichi Permanenti portati + Ritiro della soletta



Fase 3: Carichi Accidentali da traffico + Effetti termici



Successivamente viene riportata la verifica a fessurazione considerando l'azione massima di 550 kN.

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 SOLETTA		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	44 di 46				

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

Calcestruzzo	Rck =	400 daN/cm ²	
	fctm =	31.0 N/mm ²	
	fcfm =	37.2 N/mm ²	
	fcfk =	26.0 N/mm ²	
	fck =	33.2 N/mm ²	
	fc m =	41.2 N/mm ²	
	Ecmt =	33642.8 N/mm ²	
	Es =	210000 N/mm ²	
coeff. omogeneizzazione	α_e =	24.522	
Normale sollecitante	N =	550 kN	
altezza totale	hsol =	36 cm	
larghezza	Bsol =	100 cm	
ricoprimento acciaio teso	rt =	6 cm	
copriferro acciaio teso	ct =	7.0 cm	
ricoprimento acciaio compresso	rc =	7.0 cm	
copriferro acciaio compresso	cc =	8 cm	
area acciaio teso	Aat =	47.1 cm ²	(superiore)
area acciaio compresso	Aac =	47.1 cm ²	(inferiore)
Tensione nell'acciaio teso	σ_s =	1168 daN/cm ²	
diametro medio barre tese	ft =	2.00 cm	
interasse medio barre tese	fc =	6.7 cm	
diametro medio barre compresse	ft =	2.00 cm	
interasse medio barre compresse	fc =	6.7 cm	
	sup d =	29 cm	
	inf d =	28 cm	
	sup ρ_{eff} =	0.026	
	inf ρ_{eff} =	0.024	

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 SOLETTA		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.57.002	REV. PAGINA A 45 di 46

Coeff. di durata

$k_t =$ **0.4**
 sup $h_{c,ef} =$ 18 cm
 inf $h_{c,ef} =$ 20 cm
 $k_1 =$ **0.8**
 $k_2 =$ **1**
 $k_3 =$ **3.4**
 $k_4 =$ **0.425**

$k_t = 0.6$ per carichi di breve durata, 0.4 per lunga durata

$k_1 = 0.8$ per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce

$k_2 = 0.5$ nel caso di flessione, 1.0 per trazione semplice

Lembo superiore diametro medio  20.0 mm
 ricoprimento  60 mm

 Lembo inferiore diametro medio  20.0 mm
 ricoprimento  70 mm

 Distanza media tra fessure Δ_{smax}  526.7 mm

 Deformazione media nel c.l.s $\epsilon_{sm} =$ 0.00033

 Valore di confronto 0.20 mm
 Apertura caratteristica di fessura  0.18 mm

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 SOLETTA			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.57.002	A	46 di 46

8 RIEPILOGO QUANTITATIVI DI ARMATURA DI SOLETTA

Di seguito si riportano le tabelle contenenti i pesi e le incidenze di armatura della soletta dell'impalcato da 80m per la soluzione con predalle in calcestruzzo.

Elemento	Spessore medio	Armatura longitudinale					Armatura trasversale				
		Lato	Diametro [mm]	Numero	Lunghezza [m]	Peso Tot. [kg]	Lato	Diametro [mm]	Numero	Lunghezza [m]	Peso Tot. [kg]
Soletta Ponte ad arco 80mx12.0m	35.0 cm	Arm. Sup 1	22	866	12.00	31010	Arm. Sup 1	20	907	12.00	26842
		Arm. Sup 2	20	866	12.00	25628	Arm. Sup 2	20	170	12.00	5031
		Arm. Inf 1	22	866	12.00	31010	Arm. Inf 1	20	170	12.00	5031
		Arm. Inf 2	20	866	12.00	25628	Arm. Inf 2	20	907	12.00	26842
		Sommano					113277	Sommano			

Armatura predalle				
Lato	Diametro [mm]	Numero	Lunghezza [m]	Peso Tot. [kg]
Superiore	12	1920	3.75	2131
Inferiore	10	3840	3.75	2959
Diagonale	10	3840	8.44	6659
rete		[mq] ®	(960)	1530
Sommano				13278

Somma [kg]	incidenza [kg/mc]
190300	558