

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

VIABILITA'

IV01 – CAVALCAVIA PROVVISORIO

CAVALCAFERROVIA

Relazione di calcolo impalcato

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 30/09/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. R. Zanon

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

IF3A    02    E    ZZ    CL    IV0100    001    C    -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C.08.00 – Emissione 180gg	P.Toniolo	08/02/2022	L.Ongaro	08/02/2022	T.Finocchietti	08/02/2022	Ing. R.Zanon
B	C.08.01 – A valle del contraddittorio	P.Toniolo	08/06/2022	L.Ongaro	08/06/2022	A.Callerio	08/06/2022	
C	C.08.03 – A valle del contraddittorio	P.Toniolo	30/09/2022	L.Ongaro	30/09/2022	A.Callerio	30/09/2022	
								30/09/2022

File: IF3A02EZZCLIV010001C.docx

n. Elab.: -



APPALTATORE: Consortio HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Soci Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 3 di 116

5.14	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI.....	31
<b>6</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI STRUTTURALE.....</b>	<b>36</b>
7.1	MODELLO DI CALCOLO AGLI ELEMENTI FINITI .....	37
7.1.1	ANALISI MODALE .....	38
7.2	FASI DI CALCOLO .....	39
7.2.1	FASE 0A: TAGLIO DEI TREFOLI, MOMENTO DI PRECOMPRESSIONE .....	39
7.2.2	FASE 0B: SOLLEVAMENTO TRAVE.....	39
7.2.3	FASE 1: PESO PROPRIO .....	40
7.2.4	FASE 2: GETTO SOLETTA .....	41
7.2.5	FASE 3: PERMANENTI.....	42
7.2.6	FASE 4: RITIRO SOLETTA .....	44
7.2.7	FASE 5: CARICHI IN ESERCIZIO .....	45
7.2.8	FASE 5BIS: CARICO IN ESERCIZIO – TRASPORTO TBM .....	49
7.3	RISULTATI DI CALCOLO.....	51
7.3.1	FASE 0A: TAGLIO DEI TREFOLI.....	51
7.3.2	FASE 0B: SOLLEVAMENTO TRAVE.....	52
7.3.3	FASE 1: PESO PROPRIO .....	52
7.3.4	FASE 2: GETTO SOLETTA .....	53
7.3.5	FASE 3: PERMANENTI.....	54
7.3.6	FASE 4: RITIRO SOLETTA .....	55
7.3.7	FASE 5: CARICHI IN ESERCIZIO .....	56
7.3.8	FASE 5BIS: CARICHI IN ESERCIZIO – TRASPORTO TBM.....	57
7.3.9	SLU.....	60
7.3.10	SLE RARA .....	61
7.4	CONTROMONTA DELLA TRAVE IN C.A.P. ....	62
7.4.1	DEFORMAZIONE LONG TERM. SLE RARA.....	63
7.4.2	DEFORMAZIONE SHORT TERM. SLE RARA .....	64
<b>8</b>	<b>TRAVI C.A.P. ....</b>	<b>65</b>
8.1	VERIFICA DELLE TENSIONI IN ESERCIZIO .....	65
8.1.1	MASCHERA PRECOMPRESSIONE .....	66
8.1.2	CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI.....	68
8.1.3	FASE 0B: SOLLEVAMENTO TRAVE.....	70
8.1.4	FASE 1: PESO PROPRIO .....	71
8.1.5	FASE 2: GETTO SOLETTA .....	72
8.1.6	FASE 3-4: PERMANENTI – RITIRO SOLETTA .....	73
8.1.7	FASE 5: CARICHI IN ESERCIZIO .....	76
8.2	VERIFICHE A FESSURAZIONE.....	78
8.3	VERIFICA DELL'ARMATURA ORDINARIA NELLE TESTATE DELLE TRAVI .....	79

APPALTATORE: Consortio HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
	Soci WEBUILD ITALIA	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI M-INGEGNERIA	GCF	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 4 di 116

8.3.1	CONTROLLO DEL FENOMENO DI “BURSTING” (FENDITURA)	79
8.3.2	CONTROLLO DEL FENOMENO DI “SPALLING”	80
8.3.3	CONTROLLO DEL FENOMENO DI “SPREADING”	81
8.3.4	ARMATURA PER “SPALLING” E “SPREADING”	82
8.4	VERIFICHE DI RESISTENZA AGLI STATI LIMITE ULTIMI	84
8.4.1	FLESSIONE IN SEZIONE DI MEZZERIA	84
8.4.2	TAGLIO IN SEZIONE APPOGGIO	87
<b>9</b>	<b>TRAVERSI</b>	<b>89</b>
9.1	CONDIZIONE 1: SOLLEVAMENTO MARTINETTI	89
9.1.1	RISULTATI DI CALCOLO	90
9.1.2	VERIFICHE DI RESISTENZA AGLI STATI LIMITE ULTIMI	91
9.1.3	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	93
9.2	CONDIZIONE 2: PONTE IN ESERCIZIO	94
9.2.1	RISULTATI DI CALCOLO	94
9.2.2	VERIFICHE DI RESISTENZA AGLI STATI LIMITE ULTIMI	96
9.2.3	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	98
<b>10</b>	<b>SOLETTA TRASVERSALE</b>	<b>99</b>
10.1	RISULTATI DI CALCOLO	101
10.1.1	SLE RARA	101
10.1.2	SLU	101
10.1.3	SLU – URTO	101
10.2	VERIFICHE DI RESISTENZA AGLI STATI LIMITE ULTIMI	102
10.2.1	SLU - SEZIONE DI INCASTRO DELLO SBALZO (SP.45 CM)	102
10.2.2	URTO - SEZIONE DI INCASTRO DELLO SBALZO (SP.45 CM)	103
10.2.3	SLU - SEZIONE DI INCASTRO (SEZIONE NORMALE SP.25 CM)	104
10.2.4	URTO - SEZIONE DI INCASTRO (SEZIONE NORMALE SP.25 CM)	105
10.3	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	106
10.3.1	SEZIONE NORMALE SOLETTA (SP. 25)	106
10.4	VERIFICA TRALICCIO PREDALLES	106
<b>11</b>	<b>AZIONI SUGLI APPOGGI</b>	<b>109</b>
11.1	REAZIONI VINCOLARI SPALLA A	110
11.2	REAZIONI VINCOLARI SPALLA B	111
11.3	SPOSTAMENTO E RITEGNI SISMICI	112
11.3.1	CORSA APPOGGI MOBILI	113
11.3.2	ESCURSIONE GIUNTI	113
11.3.3	AMPIEZZA DEI VARCHI	113
11.3.4	RITEGNI SISMICI	113

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 5 di 116

## 1 PREMESSA

Nell'ambito dell'itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della *Tratta Apice – Orsara - 2° Lotto Funzionale Hirpinia- Orsara* oggetto della Progettazione Definitiva in esame.

Nella presente relazione, in particolare, viene analizzato e verificato l'impalcato afferente al cavalcaferrovia provvisorio **IV01** sulla linea ferroviaria esistente Napoli-Foggia alla progressiva **km 42+662**, in quanto nella zona di Orsara, il raggiungimento delle aree di cantiere dell'imbocco lato Bari della galleria Hirpinia, nonché delle aree a servizio del viadotto VI01 necessita di oltrepassare la linea storica in esercizio: per tale ragione il Progetto definitivo ha previsto la realizzazione di un'opera di scavalco da cantiere accessibile dalla S.S.90. L'opera verrà demolita a seguito del termine dei lavori con la bonifica delle aree.

Al fine di minimizzare il periodo di utilizzo dell'attraversamento a raso e disporre nel più breve tempo possibile di una pista di cantiere priva di vincoli al suo regolare utilizzo, si è preferito, a differenza di quanto previsto nel Progetto definitivo, realizzare il cavalcaferrovia mediante travi prefabbricate in assenza di traversi centrali, garantendo in ogni caso l'ispezionabilità dell'impalcato.

### 1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il cavalcaferrovia è ad un'unica campata di luce  $L=25$  m in cap. La struttura dell'impalcato si compone con 4 travi ad omega prefabbricate in c.a.p. avente interasse di 2.00 m, e lunghezza di calcolo di 23.40 m. L'impalcato presenta 2 traversi gettati in opera, posizionati in prossimità degli appoggi. Le travi hanno un'altezza di 1.25 m, larghezza superiore 1,65 m e larghezza inferiore 1,40 m. La soletta ha uno spessore costante di 25 cm. La larghezza totale dell'impalcato è di 8.50 m.

La vita nominale dell'opera è pari a  $VN = 75$  anni. La classe d'uso è la III ( $Cu=1.5$ ).

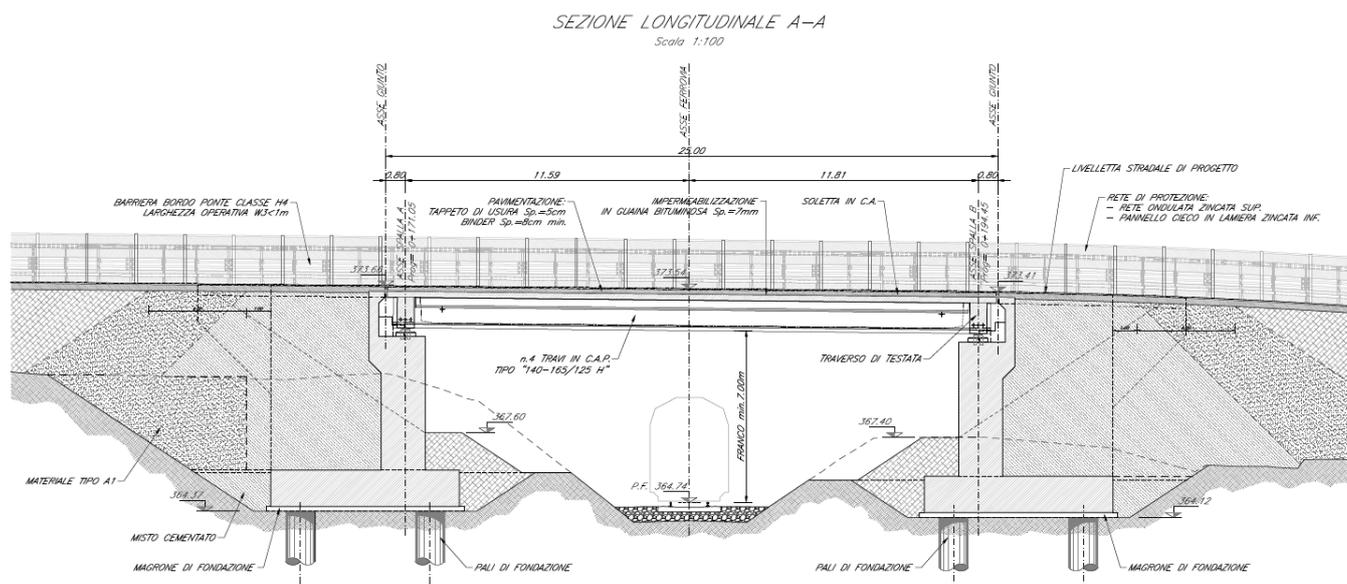
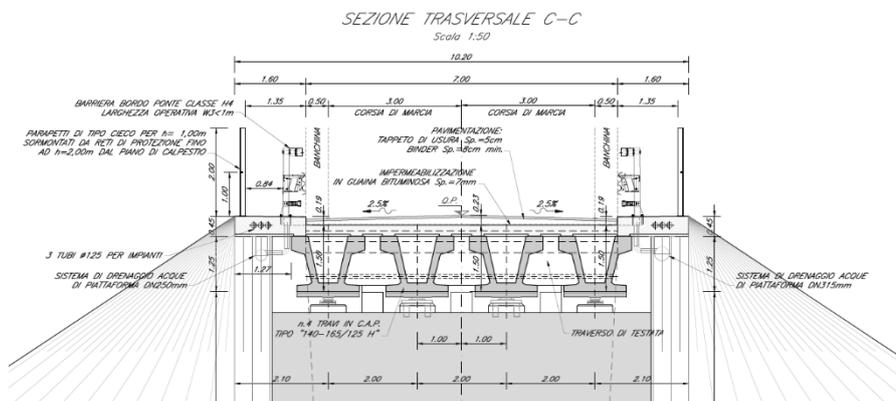
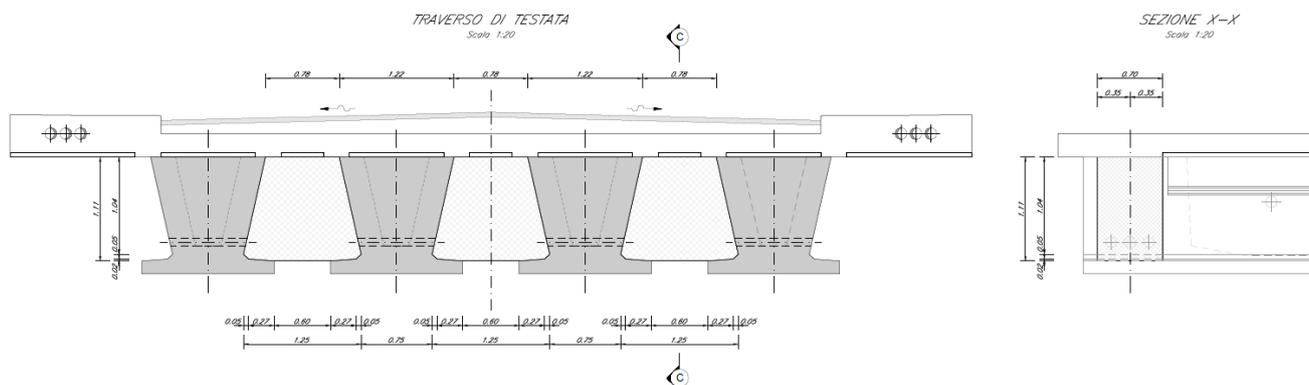


Figura 1-1 – Sezione longitudinale

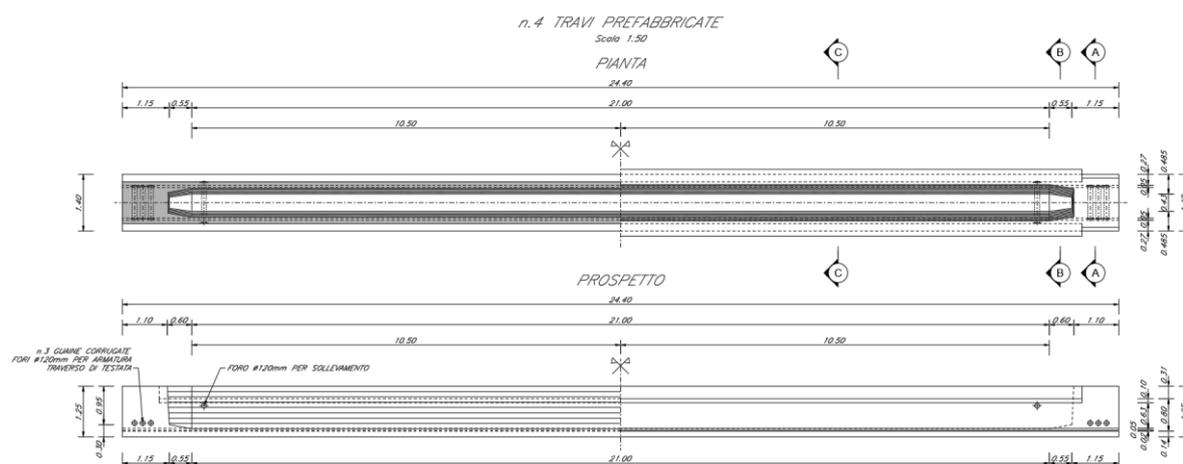
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETRI-FER M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>6 di 116</b>



**Figura 1-2 – Sezione trasversale di mezzeria**



**Figura 1-3 – Sezione trasversale traverso e testata travi**

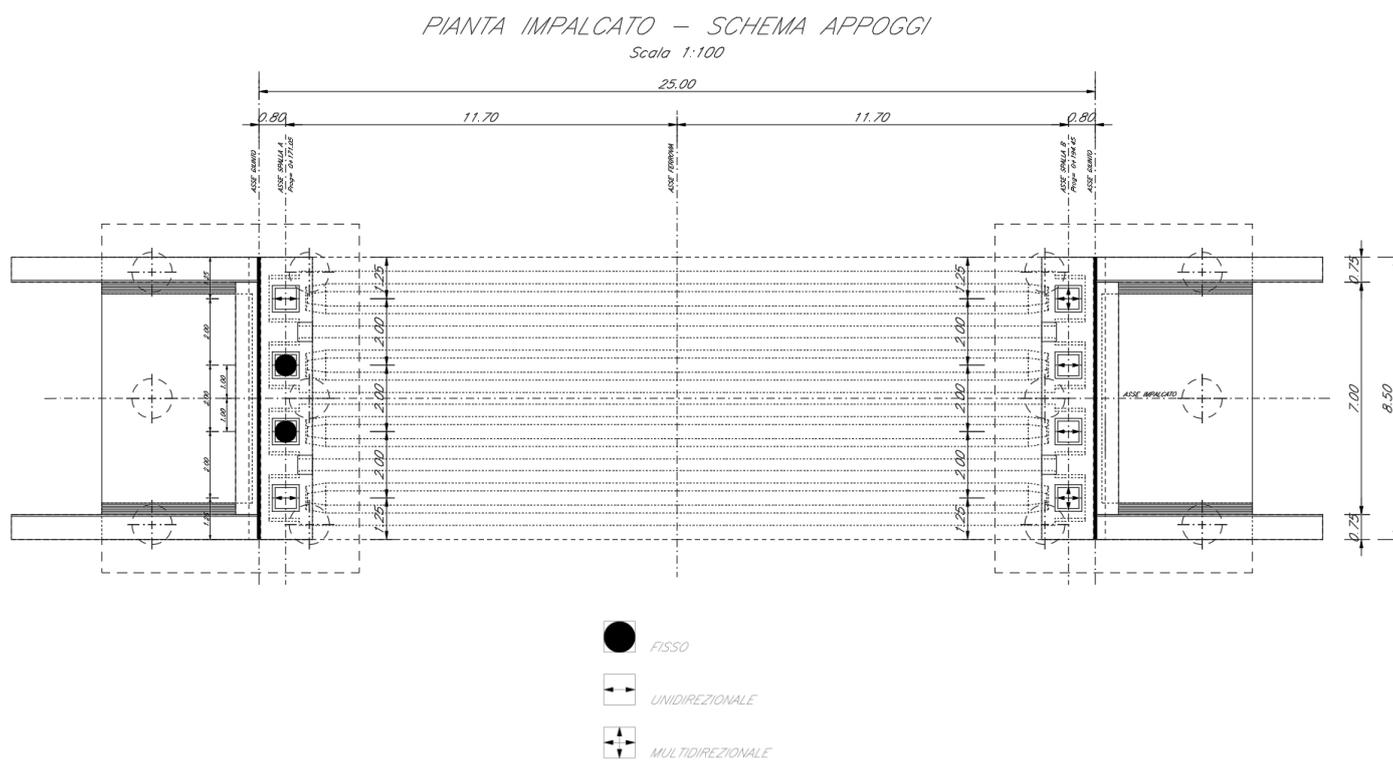


**Figura 1-4 – Piante e prospetto della trave prefabbricata in cap**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>7 di 116</b>

Lo schema dei vincoli prevede per ogni campata:

- **2 appoggi fissi** (posizionati sulla spalla A);
- **2 appoggi unidirezionali** (scorrevoli in senso longitudinale);
- **4 appoggi multidirezionali** (posizionati su spalla A e B).



**Figura 1-5 – Schema appoggi**

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo impalcato</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>IV0100 001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>8 di 116</b>

## 2 **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

### 2.1 **NORMATIVE**

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle nuove norme tecniche per le costruzioni»
- Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea.
- EC8 – Strutture in zone sismiche – parte 1 (generale ed edifici) e parte 2 (ponti).
- UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

### 2.2 **ELABORATI DI RIFERIMENTO**

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

#### 2.2.1 **Cavalcaferrovia provvisorio**

IF3A.0.2.E.ZZ.TT.IV.01.0.0.001.	Tabella materiali
IF3A.0.2.E.ZZ.P8.IV.01.0.0.001.	Planimetria stato di fatto
IF3A.0.2.E.ZZ.P8.IV.01.0.0.002.	Planimetria generale
IF3A.0.2.E.ZZ.P9.IV.01.0.0.001.	Planimetria di progetto
IF3A.0.2.E.ZZ.PA.IV.01.0.0.001.	Scavi Fase 1 e Fase 2 - Piante e sezioni
IF3A.0.2.E.ZZ.PA.IV.01.0.0.002.	Spalla A - Carpenteria
IF3A.0.2.E.ZZ.PA.IV.01.0.0.003.	Spalla B - Carpenteria
IF3A.0.2.E.ZZ.PZ.IV.01.0.0.001.	Impalcato - Apparecchi di appoggio e giunti





<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 11 di 116

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

### 4.1 ACCIAIO IN BARRE PER GETTI

tipo	B450C	
$f_{yk} =$	450 MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} =$	540 MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y) k \geq$	1,15	
$(f_t/f_y) k <$	1,35	
$E =$	210.000 MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,3	Coefficiente di Poisson
$G =$	80.769 MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$\gamma_s =$	1,15	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} =$	391,30	MPa      tensione di snervamento di progetto

### 4.2 CALCESTRUZZO SOLETTA

#### Soletta

$R_{ck} =$	40	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica del calcestruzzo a 28 gg
$f_{ck} =$	33	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo a 28 gg
$f_{cm} =$	41	Mpa	Valore medio della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo
$f_{ctm} =$	3.1	Mpa	Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo
$f_{ctfm} =$	3.7		Valore medio della resistenza a trazione per flessione del calcestruzzo
$f_{ctk,0,05} =$	2.17	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo (frattile del 5%)
$f_{ctk,0,95} =$	4.0	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo (frattile del 95%)
$E_{cm,10} =$	33642.78	Mpa	Modulo di elasticità secante del calcestruzzo
$E_{cm,t\infty} =$	10384	Mpa	Modulo di elasticità secante del calcestruzzo a tempo infinito
$\epsilon_{c1} =$	2.2	‰	Deformazione di contrazione del calcestruzzo alla tensione di picco
$\epsilon_{cu1} =$	3.5	‰	Deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo
$\epsilon_{c2} =$	2.0	‰	Deformazione di contrazione del calcestruzzo alla tensione di picco
$\epsilon_{cu2} =$	3.5	‰	Deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo
$n =$	2.00		
$\epsilon_{c3} =$	1.8	‰	Deformazione di contrazione del calcestruzzo alla tensione di picco
$\epsilon_{cu3} =$	3.5	‰	Deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 12 di 116

### 4.3 CALCESTRUZZO TRAVI

#### Trave prefabbricata in cap e traversi

$R_{ck} =$	55	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica del calcestruzzo a 28 gg
$f_{ck} =$	45	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo a 28 gg
$f_{cm} =$	53	Mpa	Valore medio della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo
$f_{ctm} =$	3.8	Mpa	Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo
$f_{ctm} =$	4.6		Valore medio della resistenza a trazione per flessione del calcestruzzo
$f_{ctk,0,05} =$	2.66	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo
$f_{ctk,0,95} =$	4.9	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo
$E_{cm,10} =$	36303.71	Mpa	Modulo di elasticità secante del calcestruzzo
$E_{cm,t \rightarrow \infty} =$	36304	Mpa	Modulo di elasticità secante del calcestruzzo a tempo infinito
$j =$	3	gg	giorno "j" al taglio dei trefoli
$f_{cmj} =$	35	Mpa	Valore medio della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo a "j" giorni
$f_{ckj} =$	29	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo a "j" giorni
$f_{ctmj} =$	2.5	Mpa	Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo a "j" giorni
$E_{cmj} =$	32092.3	Mpa	Modulo di elasticità secante del calcestruzzo

#### Verifiche agli SLU

$a_{cc} =$	0.85		Coefficiente riduttivo di lunga durata
$\gamma_c =$	1.50		Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo
$f_{cd} =$	25.56	Mpa	Resistenza di calcolo a Compressione del Calcestruzzo
$f_{ctk} =$	1.77	Mpa	Resistenza di calcolo a Trazione del Calcestruzzo

#### Verifiche agli SLE

$\sigma_{c,r} =$	27	Mpa	Massima tensione di compressione nel calcestruzzo per combinazione caratteristica (Rara)
$\sigma_{t,r} =$	0.62	Mpa	Massima tensione di trazione nel calcestruzzo per combinazione caratteristica (Rara)
$\sigma_{b,r} =$	2.03	Mpa	Massima tensione principale di trazione nella fibra baricentrica per combinazione caratteristica (Rara)
$\sigma_{c,qp} =$	20	Mpa	Massima tensione di compressione nel calcestruzzo per combinazione Quasi Permanente
$\sigma_{c,j} =$	20.45	Mpa	Massima tensione di compressione nel calcestruzzo al tiro dei trefoli
$\sigma_{t,j} =$	2.10	Mpa	Massima tensione di trazione nel calcestruzzo al tiro dei trefoli
$\sigma_t =$	3.17	Mpa	Massima tensione di trazione nel calcestruzzo in esercizio

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 13 di 116

#### 4.4 ACCIAIO ARMONICO DA PRECOMPRESSIONE

##### Acciaio armonico da precompressione per trefoli da 0.6" e post-tensione trasversi

$f_{ptk} =$	1860	Mpa	Tensione Caratteristica di Rottura
$f_{p1k} =$	1674	Mpa	Tensione Caratteristica di Snervamento
$\sigma_{pi} =$	1395	Mpa	Tensione massima ammissibile nell'armatura al tiro
$\sigma_{pi} =$	1339	MPa	Tensione massima ammissibile nell'armatura in esercizio
$\sigma_{iniz} =$	1400	MPa	Tensione iniziale atto di tesatura

#### 4.5 COPRIFERRO

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare NTC18, riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p elementi a piastra		cavi da c.a.p altri elementi	
Cmin	Co	ambiente	C≥Co	Cmin≤C<Co	C≥Co	Cmin≤C<Co	C≥Co	Cmin≤C<Co	C≥Co	Cmin≤C<Co
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Ai valori riportati nella tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm. Si riportano di seguito i copriferri adottati, determinati in funzione della classe del cls e delle condizioni ambientali.

	Ambiente	Copriferro minimo	Tolleranza di posa	Copriferro nominale
Struttura elevazione	in Ordinario	25	10	35
Lastre predalles	Ordinario	20	0	20
Fondazioni	Ordinario	25	10	35

In definitiva si prescrive che in fondazione e in elevazione tranne che per le lastre predalles il copriferro netto non deve essere inferiore a 35 mm.

Per quanto riguarda il copriferro netto delle travi in cap, essendo produzioni soggette a controllo di qualità che prevede la verifica del copriferro il valore della tabella viene ridotto di 5 mm ai sensi del §C4.1.6.1.3 (Circolare NTC18), motivo per cui il copriferro netto delle travi in cap deve risultare di 30 mm.

##### Prove sui materiali

La costruzione delle strutture dovrà essere eseguita nel rispetto delle specifiche d'istruzione tecnica FS 44/M - REV. A DEL 10/04/00.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 14 di 116

## 5 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta nel seguito l'analisi dei carichi considerata nel calcolo delle sollecitazioni sulle strutture in oggetto.

### 5.1 PESI PROPRI ( $G_{1,K}$ )

Il peso dei differenti elementi strutturali viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi strutturale (SAP2000 Ver.14) considerando la densità del cls pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ . Considerando le fasi di costruzione del ponte, il peso della soletta è stato invece applicato come carico applicato sui beam fittizi di soletta secondo la regola delle aree di influenza. Le geometrie da cui è ricavabile il peso della struttura, sono riportate nei disegni di cui al 2.2.

### 5.2 PERMANENTI NON STRUTTURALI ( $G_{2,K}$ )

Sono stati considerati i seguenti carichi permanenti sulla soletta:

- **Binder**, con uno spessore di 14 cm ed un peso specifico di  $10 \text{ kN/m}^3$ ;
- **Impermeabilizzazione**, con uno spessore di 7 mm ed un peso specifico di  $10 \text{ kN/m}^3$ ;
- **Tappetino di usura**, con uno spessore di 5 cm ed un peso specifico di  $20 \text{ kN/m}^3$ ;
- **Barriera anti-lancio**, con un peso di  $1.00 \text{ kN/ml}$ ;
- **Impianti**, con un peso di  $1.00 \text{ kN/ml}$ ;
- **Barriera di sicurezza H4**, con un peso di  $2.5 \text{ kN/ml}$ ;

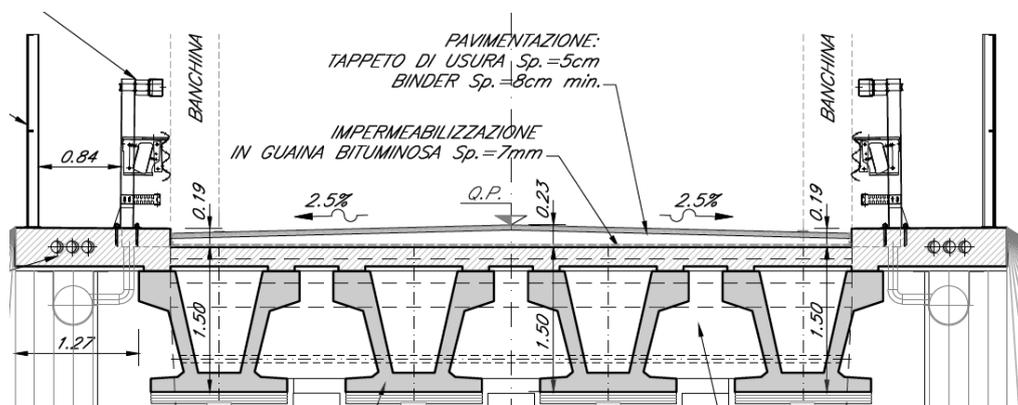


Figura 5-1 sezione trasversale della pavimentazione stradale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 15 di 116

### 5.3 CARICHI MOBILI (Q<sub>1</sub>)

Le azioni da traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dagli schemi di carico di seguito elencati (D. Min. 17/01/2018).

#### Schema 1:

Utilizzato sia per le verifiche globali che per quelle locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Esso è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem (applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m) e da carichi uniformemente distribuiti secondo le seguenti colonne di carico:

- 1° colonna: Q<sub>1k</sub>: 2 assi 300 kN disposti a distanza di 1,20 m  
q<sub>1k</sub>: carico uniforme ripartito → 9,00 kN/m<sup>2</sup>
- 2° colonna: Q<sub>2k</sub>: 2 assi 200 kN disposti a distanza di 1,20 m  
q<sub>2k</sub>: carico uniforme ripartito → 2,50 kN/m<sup>2</sup>
- 3° colonna: Q<sub>3k</sub>: 2 assi 100 kN disposti a distanza di 1,20 m  
q<sub>3k</sub>: carico uniforme ripartito → 2,50 kN/m<sup>2</sup>
- altre colonne: q<sub>ik</sub>: carico uniforme ripartito → 2,50 kN/m<sup>2</sup>

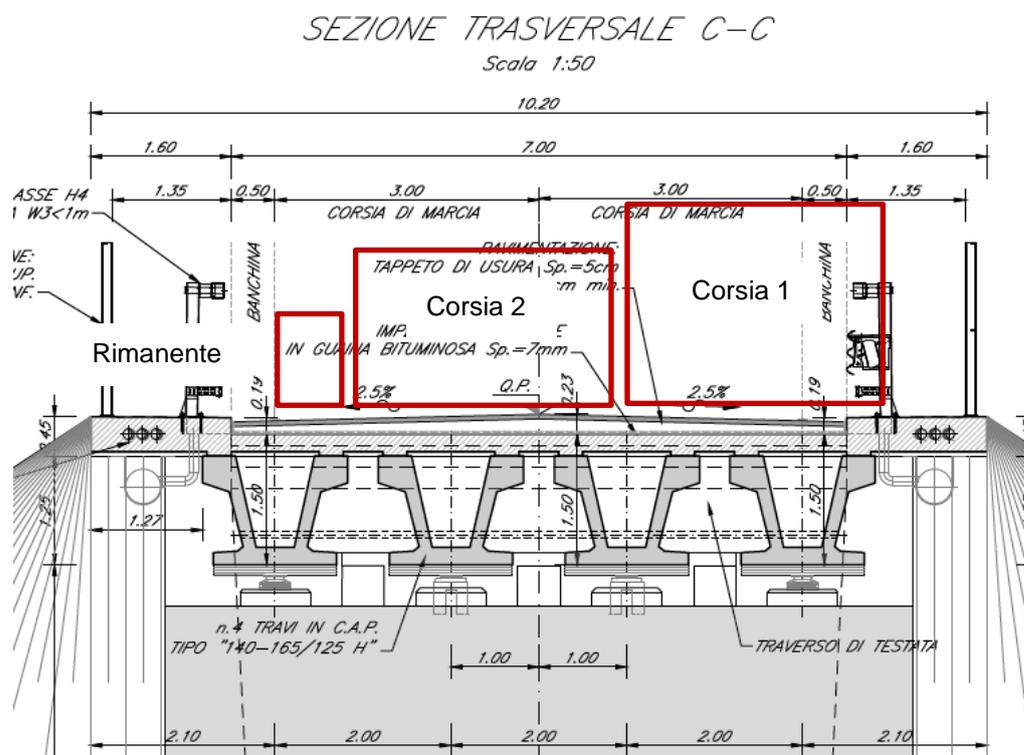


Figura 5-2: Rappresentazione colonne di carico

In senso trasversale i carichi Q<sub>ik</sub> e q<sub>ik</sub> sono distribuiti su corsie convenzionali di larghezza pari a 3,00 m in modo tale da ottenere la distribuzione trasversale più gravosa

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>16 di 116</b>

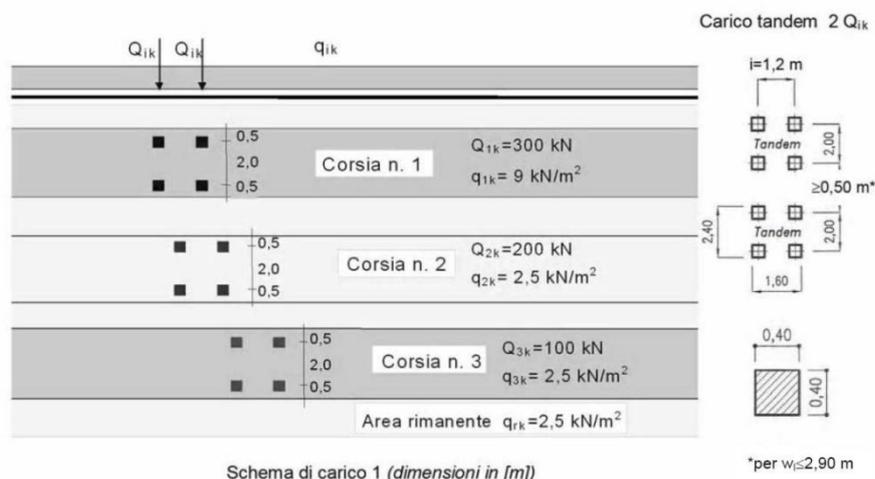


Figura 5-3: Rappresentazione schema di carico 1

Per la disposizione dei carichi mobili e delle corsie sulla carreggiata si fa riferimento alle linee d'influenza, in modo da ottenere i valori massimi e minimi delle caratteristiche di sollecitazione in tutte le sezioni d'impalcato.

### Schema 2:

Utilizzato per le sole verifiche locali. Esso è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare (di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m) e con asse longitudinale posto nella posizione più gravosa.

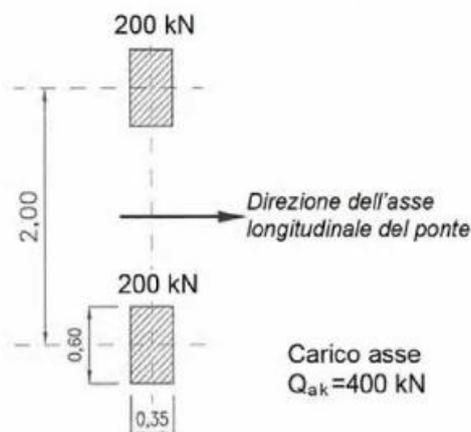
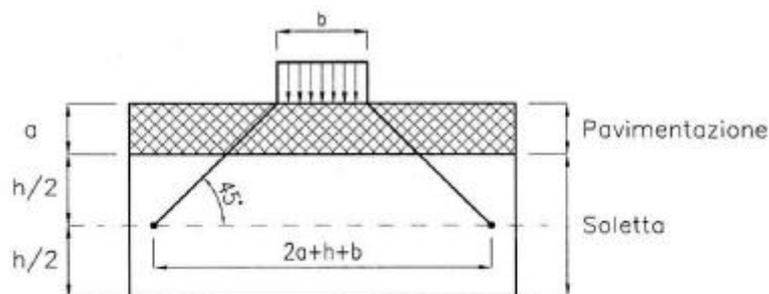


Figura 5-4: Rappresentazione schema di carico 2

La disposizione delle corsie nella carreggiata è scelta in modo da ottenere la situazione più gravosa. I modelli di calcolo sono poi applicati longitudinalmente come suggerito dalle linee di influenza in modo da ottenere l'effetto più sfavorevole nelle sezioni di verifica considerate. Nello specifico sono state individuate 2 colonne di carico di larghezza 3 m.

La diffusione dei carichi concentrati è stata fatta secondo lo schema riportato al §5.1.3.3.6 della NTC2018 e illustrato nella figura seguente

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV.              FOGLIO <b>C                      17 di 116</b>



**Fig. 5.1.3.a** - Diffusione dei carichi concentrati nelle solette

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 18 di 116

## 5.4 TRASPORTO TBM (TUNNEL BORING MACHINE)

Durante le fasi di costruzione e di cantiere, l'impalcato sperimenterà una fase di esercizio che riguarda la il trasporto eccezionale delle varie parti delle TBM utilizzate nella costruzione delle gallerie di linea.

Di seguito si riporta uno stralcio dei mezzi d'opera appositamente utilizzati allo scopo e lo schema dei carichi imposti sull'impalcato:

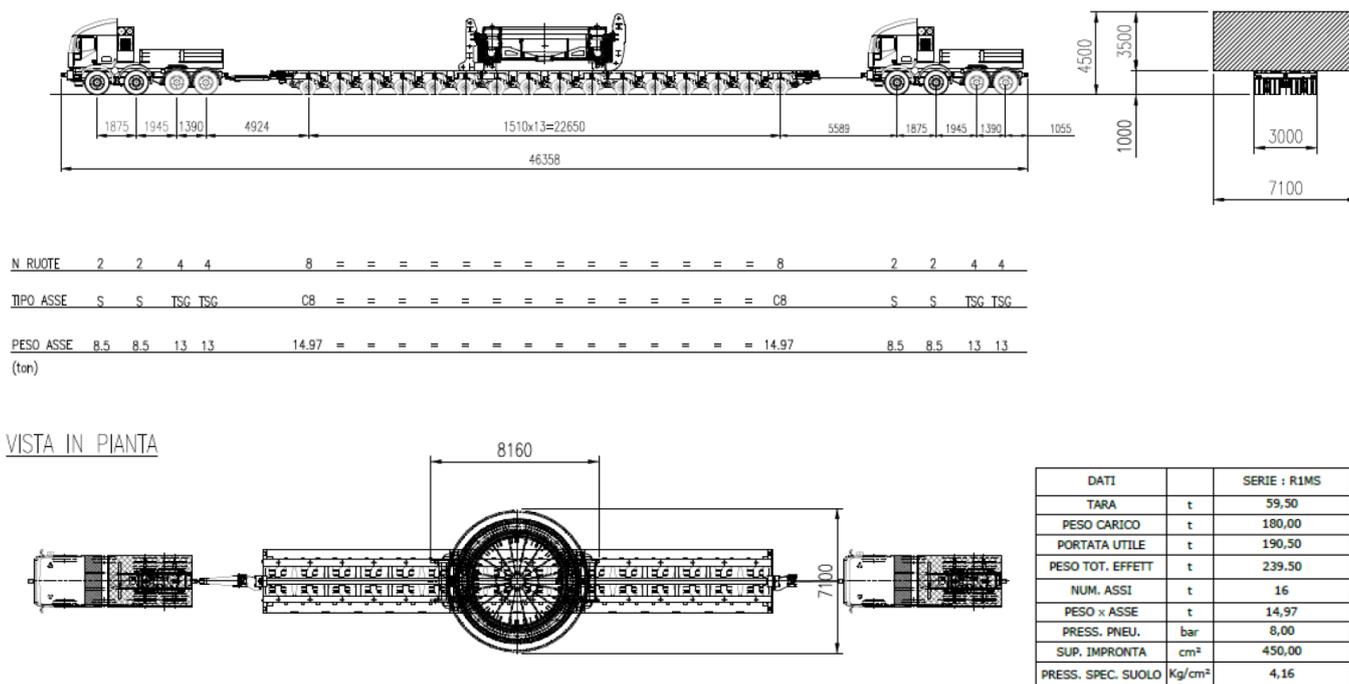


Figura 5-5 Viste in sezione e planimetria della macchina che trasporta la TBM

A partire dai valori di carico indicati nello schema viene descritto il modello di carico utilizzato nel modello ai fini di verificare la compatibilità dell'impalcato anche per il trasporto eccezionale in oggetto:

- Peso macchina TBM:  $14,97 \text{ t} * 16 \text{ (assi)} = 239,52 \text{ t}$
- Interasse assi = 1,51 m

Il carico totale viene ripartito nei 16 assi ripartiti in due carichi tandem per asse impronta, dove ogni asse può sopportare un carico massimo pari a: 14,97 t

- Scarico singola impronta: **7,485 t = 74 kN**
- Interasse impronta = 1,50 m

Il carico sulla singola impronta del carrello di trasporto speciale risulta inferiore a quello limite di norma (Schema 1 o Schema 2 secondo § 5 DM2018), pertanto le verifiche locali della soletta, riportate al successivo § 10, sono automaticamente soddisfatte.

Per massimizzare le azioni globali sulle travi di impalcato sono stati considerati i due schemi di carico descritti nei paragrafi successivi.

La lunghezza del carrellone di trasporto risulta tale da interessare l'interno impalcato: al fine di massimizzare le sollecitazioni flettenti e taglianti, la stesa di carico più gravosa è stata applicata sia sulla intera lunghezza dell'impalcato, sia su metà lunghezza.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 19 di 116

### 5.4.1 Configurazione di carico centrato

Nella prima configurazione di carico analizzata, la macchina TBM effettua la traslazione in posizione centrata rispetto all'asse mediano della sezione trasversale dell'impalcato.

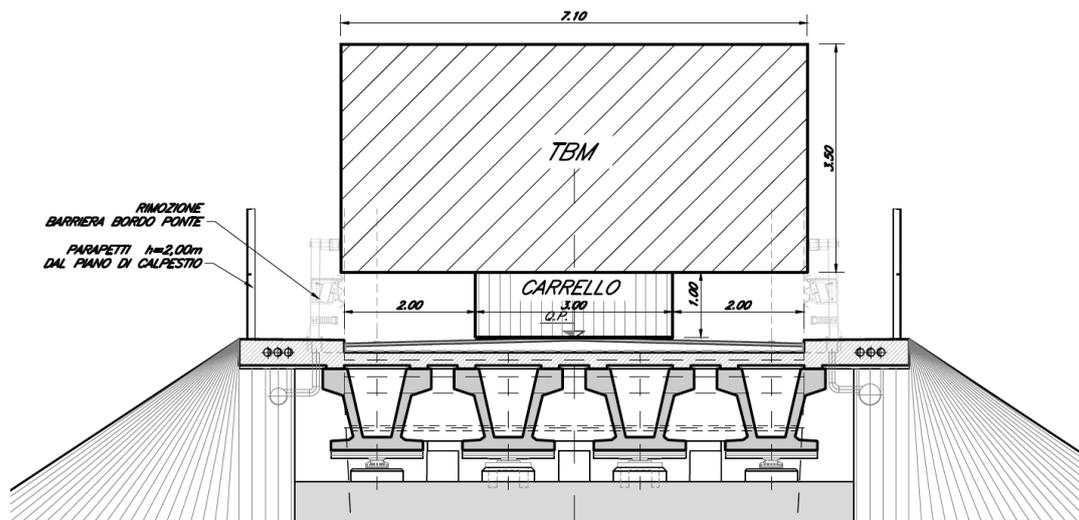


Figura 5-6 Configurazione di carico 1: Carico TMB centrato

### 5.4.2 Configurazione di carico eccentrico

Nella seconda configurazione viene presa in considerazione l'ipotesi che la traslazione della TBM avvenga in posizione eccentrica rispetto all'asse mediano trasversale dell'impalcato. L'ingombro massimo della TBM coincide con il filo interno della rete di protezione installata sull'impalcato. In questo modo si massimizzano le sollecitazioni sulla trave di riva.

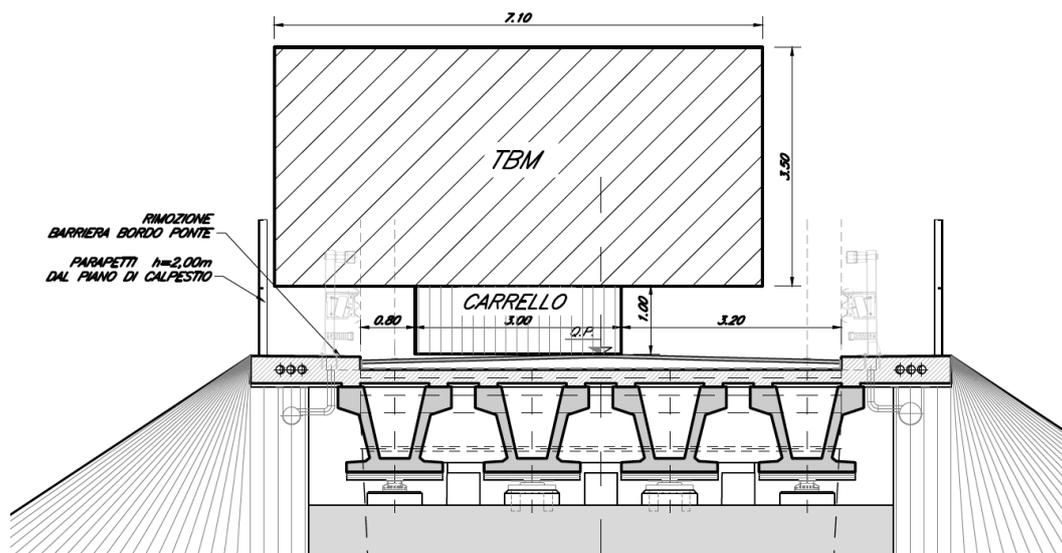


Figura 5-7 configurazione di carico 2: Carico TBM eccentrico

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. FOGLIO C 20 di 116

## 5.5 AZIONE DI FRENAMENTO (Q<sub>3</sub>)

La forza di frenamento o accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n.1 e per i ponti di 1<sup>a</sup> categoria è uguale a:

$$180 \text{ kN} \leq Q_3 = 0,6 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

$$Q_3 = 0,6 \cdot (2 \cdot 300) + 0,1 \cdot 9,00 \cdot 3,00 \cdot 25 = 427,5 \text{ kN}$$

Tale azione è applicata all'impalcato a quota pavimentazione, distribuita sulle quattro travi e trasferita alla sola spalla fissa SA.

## 5.6 AZIONE CENTRIFUGA (Q<sub>4</sub>)

La geometria in pianta dell'impalcato non presenta tratti in curva, pertanto l'azione centrifuga è nulla.

## 5.7 AZIONE DEL VENTO (Q<sub>5</sub>)

L'azione del vento, in accordo con le prescrizioni di Normativa, è stata analizzata mediante un'azione statica equivalente utilizzando le seguenti espressioni:

$$p = q_b \times C_e \times C_p \times C_d.$$

In funzione della regione su cui sorge l'opera (Campania) si assume che la zona geografica di riferimento sia la "zona 3" e si calcola:

- $V_{b,0}=27$  m/s, parametro legato alla regione in cui sorge l'opera
- $a_0=500$  m, parametro legato alla regione in cui sorge l'opera
- $k=0,020$  1/s, parametro legato alla regione in cui sorge l'opera

da cui deriva, assumendo che l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge l'opera sia  $a_s < a_0$  e che il valore convenzionale di densità dell'aria sia  $\rho = 1,25$  kg/mc:

- $V_0=27$  m/s, valore caratteristico della velocità del vento
- $q_b = 0,46$  KPa, pressione cinetica di riferimento.

In relazione alla posizione geografica e topografica dell'opera, si adotta la classe di **rugosità D** ("Aree prive di ostacoli"). Da ciò discende:

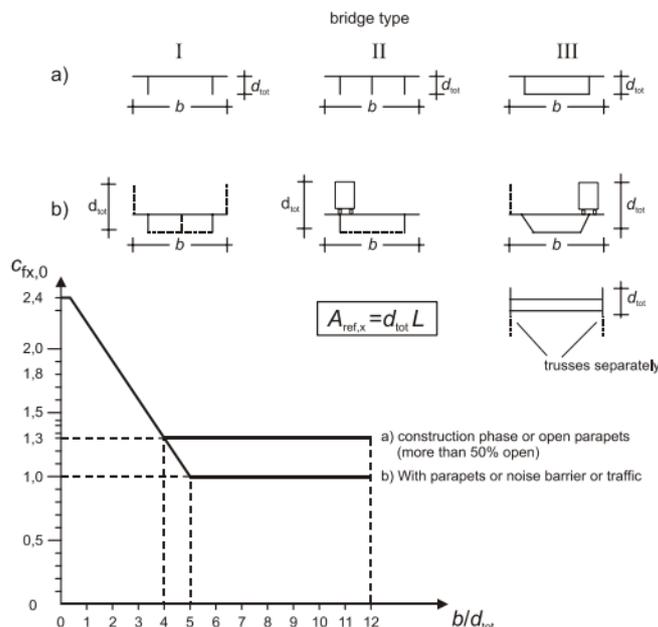
- $k=0,19$ , parametro per la definizione del coefficiente di esposizione
- $z_0=0,05$  m, parametro per la definizione del coefficiente di esposizione
- $z_{min}=4$  m, parametro per la definizione del coefficiente di esposizione

da cui, assumendo come coefficiente di topografia pari a 1 ed una distanza media dell'impalcato dal suolo  $z = 9$  m, deriva un coefficiente di esposizione  **$C_e = 2,35$** .

La superficie dei carichi transitanti sul ponte esposta al vento è assimilata ad una parete rettangolare continua di altezza costante pari a 3,00 m, dalla pavimentazione stradale.

Il coefficiente di pressione è stato assimilato al coefficiente di forma  $C_f$  calcolato secondo le indicazioni dell' EC3, parte 1-4, al §8, di cui si riporta uno stralcio:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 21 di 116



Nel caso specifico, essendo  $b = 8.50$  m (larghezza impalcato),  $d = 4.8$  m (ponte carico), si ha un coefficiente:

**$C_f = 1.95$ .**

Pertanto, l'azione del vento è valutabile come un carico orizzontale uniforme di  $q = 2.11$  kN/m<sup>2</sup> diretto ortogonalmente all'asse longitudinale del ponte, agente sulla proiezione, nel piano verticale, delle superfici direttamente investite dal vento.

Il carico agente sulla superficie ortogonale interessata è equivalente a:

$$Q_y = p * h = 2,11 * 4,7 = 9,90 \text{ kN} - m$$

Questo carico con eccentricità della risultante rispetto al centroide dell'impalcato pari a  $e = 2.29$  m crea un momento torcente sull'impalcato che vale:

$$M_t = Q_y * d = 9.90 * 2.29 = 22.67 \text{ kNm} - m$$

Dove:

$d$  è la distanza tra il baricentro delle travi e il punto di applicazione della risultante del carico del vento.

Facendo conto della capacità della soletta di ripartire i carichi trasversali la spinta orizzontale è ripartita in parti uguali sulle travi esterne dell'impalcato; il momento associato all'eccentricità è invece trasformato in forze verticali, positive e negative, applicate sempre alle travi dell'impalcato. Per valutare le forze verticali si impone l'equilibrio rispetto all'asse di mezzzeria dell'impalcato, ipotizzando variazione lineare delle forze verticali rispetto all'asse di mezzzeria.

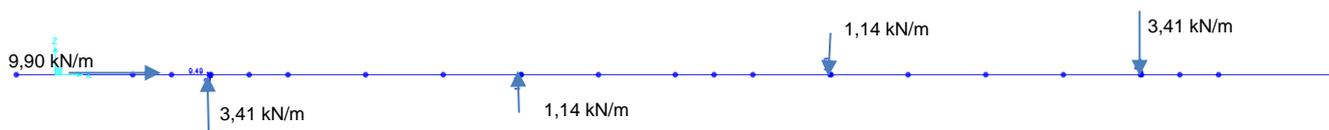


Figura 5-8 Schema di distribuzione carico del vento trasv.



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b> FOGLIO <b>23 di 116</b>

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 
 LONGITUDINE 
 LATITUDINE

Ricerca per comune
 
 REGIONE 
 PROVINCIA 
 COMUNE

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**

**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

**Interpolazione**

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

**Valori di progetto**

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \end{array} \right.$ <input type="text" value="68"/>
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \end{array} \right.$ <input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \end{array} \right.$ <input type="text" value="1068"/>
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \end{array} \right.$ <input type="text" value="2193"/>

**Elaborazioni**

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

**LEGENDA GRAFICO**

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

**Strategia di progettazione**

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>24 di 116</b>

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
 Stato Limite considerato SLV info

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo C info  $S_S = 1.302$   $C_C = 1.387$  info  
 Categoria topografica T1 info  $h/H = 1.000$   $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE)  $\zeta$  (%) 5  $\eta = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU)  $q_0$  1.5  $\eta = 1.000$  info  
 Fattore  $q_0$  1.5  $\eta = 1.000$  info  
 Regol. in altezza no info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto  $q$  1  $\eta = 1.000$  info

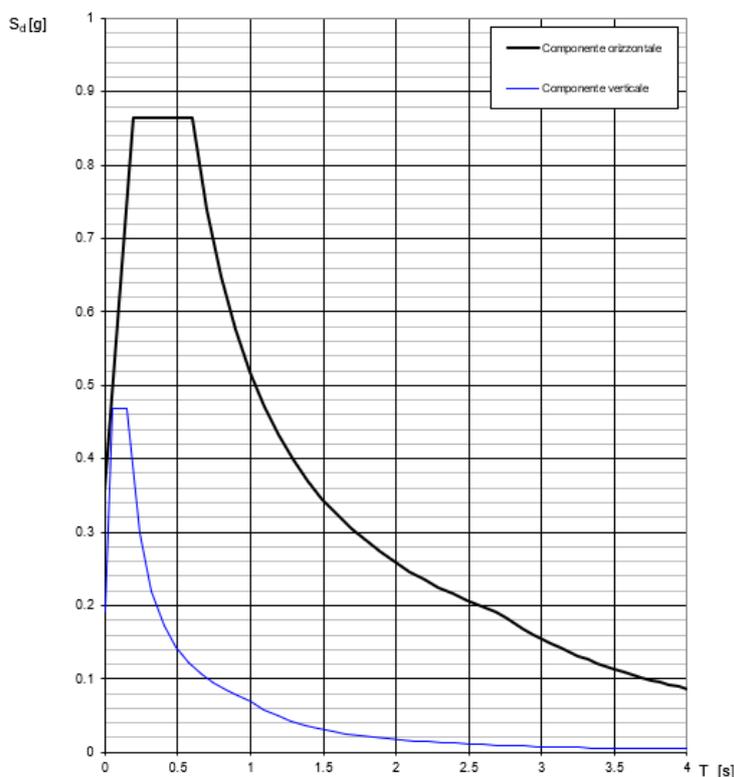
**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta ➔  
 Parametri e punti spettri di risposta ➔

**Spettri di risposta**

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
— Spettro di progetto - componente verticale  
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\zeta = 5\%$ )

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

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



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 25 di 116

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.273 g
$F_o$	2.435
$T_c$	0.431 s
$S_s$	1.302
$C_c$	1.387
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.302
$\eta$	1.000
$T_B$	0.199 s
$T_C$	0.597 s
$T_D$	2.691 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_c(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.355
$T_B$ ←	0.199	0.864
$T_C$ ←	0.597	0.864
	0.697	0.741
	0.796	0.648
	0.896	0.576
	0.996	0.518
	1.096	0.471
	1.195	0.432
	1.295	0.398
	1.395	0.370
	1.494	0.345
	1.594	0.324
	1.694	0.305
	1.793	0.288
	1.893	0.273
	1.993	0.259
	2.093	0.247
	2.192	0.235
	2.292	0.225
	2.392	0.216
	2.491	0.207
	2.591	0.199
$T_D$ ←	2.691	0.192
	2.753	0.183
	2.815	0.175
	2.878	0.168
	2.940	0.161
	3.002	0.154
	3.065	0.148
	3.127	0.142
	3.189	0.136
	3.252	0.131
	3.314	0.126
	3.377	0.122
	3.439	0.117
	3.501	0.113
	3.564	0.109
	3.626	0.106
	3.688	0.102
	3.751	0.099
	3.813	0.095
	3.875	0.092
	3.938	0.090
	4.000	0.087

Figura 5-9 Azione sismica di riferimento

L'azione sismica è dimensionante principalmente per le strutture d'appoggio che devono rimanere in campo elastico e pertanto si utilizza un fattore di struttura  $q=1$

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 26 di 116

## 5.9 RITIRO DEL CALCESTRUZZO ( $\varepsilon_2$ )

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo sono valutati impiegando i coefficienti indicati al punto 11.2.10.6 delle NTC2008. Gli effetti del ritiro, così come quelli della viscosità, non vengono schematizzati all'interno del modello agli E.F, ma vengono considerati separatamente, così come spiegato in seguito.

La deformazione totale da ritiro è data dalla somma della deformazione per ritiro da essiccamento e della deformazione da ritiro autogeno. Per la soletta, assumendo un'umidità relativa del 75% e una dimensione fittizia della trave pari a 640 mm, si ottiene un valore finale della deformazione da ritiro.

$$\varepsilon_{cs, trave} = - 0.000268$$

### Soletta in c.a.o.

$f_{ck} =$	33	Mpa	Resistenza Caratteristica Cilindrica a Compressione
$UR =$	75	%	Umidità Relativa
$\varepsilon_{cd} =$	-0.300	‰	Deformazione per Ritiro da Essiccamento
$A_c =$	0.7	m <sup>2</sup>	Area della Sezione in Conglomerato
$u =$	4	m	Perimetro della Sezione in Conglomerato esposto all'Aria
$h_0 =$	350	mm	Dimensione Fittizia pari al rapporto $2A_c/u$
$k_h =$	0.700		
$\varepsilon_{cd, \infty} =$	-0.210	‰	Deformazione per Ritiro da Essiccamento (a Tempo infinito)
$\varepsilon_{ca, \infty} =$	-0.058	‰	Deformazione per Ritiro da Autogeno (a Tempo infinito)
$\varepsilon_{cs} =$	-0.268	‰	Deformazione per Ritiro Totale (a Tempo infinito)

Per la trave prefabbricata, assumendo un'umidità relativa del 75% e una dimensione fittizia della trave pari a 145 mm, si ottiene un valore finale della deformazione da ritiro:

$$\varepsilon_{cs, trave} = - 0.000271$$

### Trave in c.a.p.

$f_{ck} =$	42	Mpa	Resistenza Caratteristica Cilindrica a Compressione
$UR =$	75	%	Umidità Relativa
$\varepsilon_{cd} =$	-0.275	‰	Deformazione per Ritiro da Essiccamento
$A_c =$	0.7	m <sup>2</sup>	Area della Sezione in Conglomerato
$u =$	9.65	m	Perimetro della Sezione in Conglomerato esposto all'Aria
$h_0 =$	145	mm	Dimensione Fittizia pari al rapporto $2A_c/u$
$k_h =$	1.00		
$\varepsilon_{cd, \infty} =$	-0.275	‰	Deformazione per Ritiro da Essiccamento (a Tempo infinito)
$\varepsilon_{ca, \infty} =$	-0.088	‰	Deformazione per Ritiro da Autogeno (a Tempo infinito)
$\varepsilon_{cs} =$	-0.363	‰	Deformazione per Ritiro Totale (a Tempo infinito)

Al momento del getto della soletta (fase2), la deformazione della trave per effetto del ritiro si considera scontata al 100%.

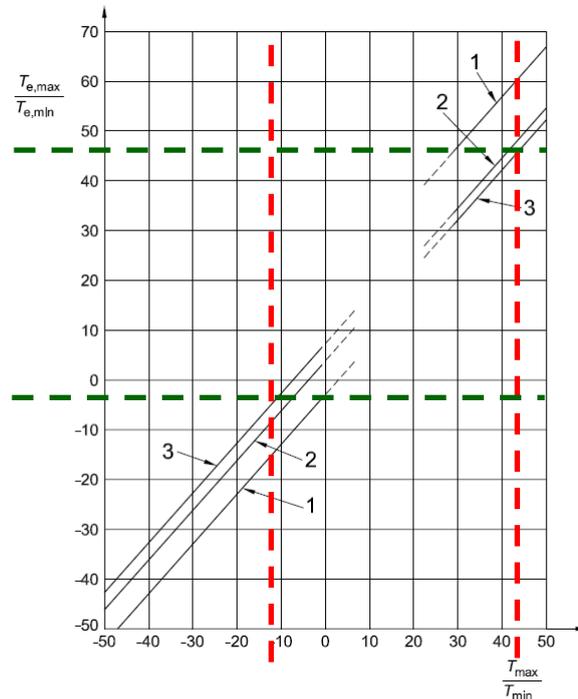
APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 27 di 116

## 5.10 VARIAZIONE TERMICA ( $\epsilon_3$ )

Si fa riferimento ai criteri contenuti in EN 1991-1-5/NTC-08, cap. 3.5, unitamente all'annesso nazionale, sia per quanto riguarda il calcolo del range di temperatura, sia per quanto riguarda l'approccio di calcolo.

### 5.10.1 Variazioni termiche uniformi ( $\Delta_{tU}$ )

Per l'Italia, il "range" di temperatura dell'aria è definito dai seguenti valori (NTC-08 cap. 3.5 – EN 1991-1-5+N.A.D.):



$$- T_{\min} = -11 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$- T_{\max} = +42 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Per strutture da ponte di gruppo 3 (EN 1991-1-5, 6.1.1.), la temperatura della struttura risulta pertanto:

$$- T_{e\min} = -3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$- T_{e\max} = +44 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

a cui corrisponde complessivamente un'escursione pari a:

$$\Delta T_N = 47.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Fissando  $T_0$  a 15.0  $^{\circ}\text{C}$ , (N.A.D.), si ottiene l'escursione termica effettiva subita dall'impalcato:

$$q_{TN,cool} = -18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$q_{TN,heat} = +29 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>28 di 116</b>

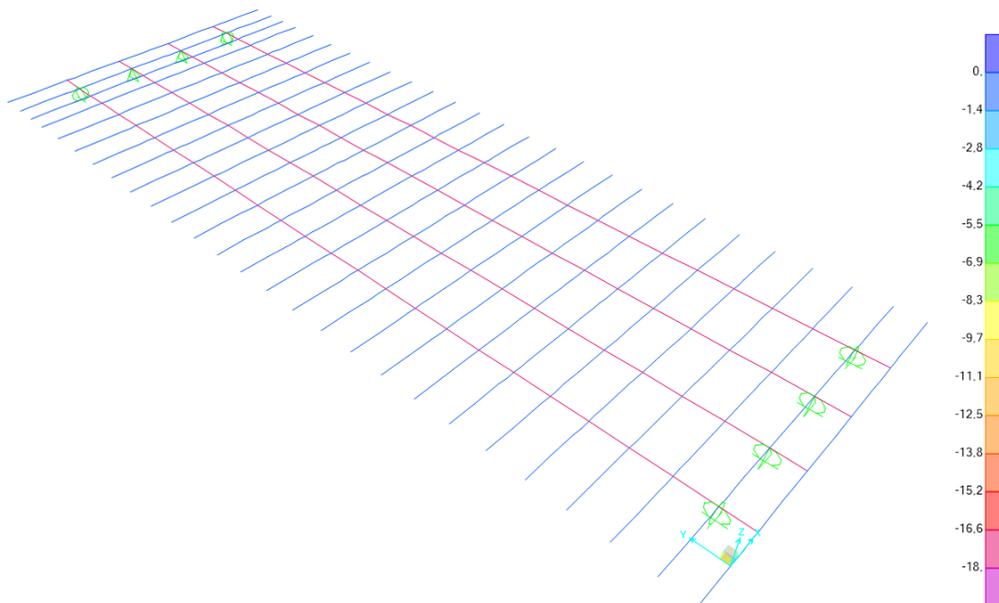


Figura 5-10 Schema di applicazione della variazione termica uniforme  $\Delta T^-$

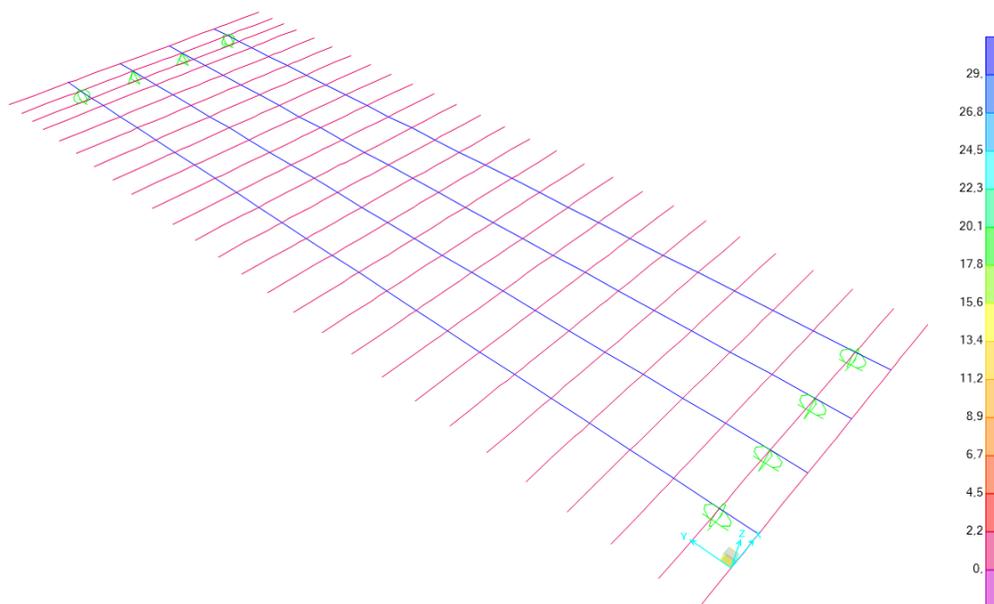


Figura 5-11 Schema di applicazione della variazione termica uniforme  $\Delta T^+$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 29 di 116

### 5.10.2 Variazioni termiche lineari ( $\Delta T_M$ )

La componente lineare della variazione termica sull'altezza d'impalcato è valutata in accordo alla procedura di cui al prospetto 6.1-Tipo3 – § 6.1.4.1 dell'Eurocodice 1 (EN 1991–1–5): Actions on structures – Part 1-5: General actions – Thermal actions; tenendo conto di una variazione di temperatura uniforme sull'impalcato in calcestruzzo pari alternativamente ad un gradiente di temperatura pari a  $\Delta T_{m,heat} = 10^\circ\text{C}$ .

prospetto 6.1 Valori raccomandati della componente di differenza di temperatura lineare per differenti tipi di Impalcati da ponte per ponti stradali, pedonali e ferroviari

Tipo di impalcato	Parte superiore più calda della parte inferiore	Parte inferiore più calda della parte superiore
	$\Delta T_{M,heat} (^\circ\text{C})$	$\Delta T_{M,cool} (^\circ\text{C})$
Tipo 1: Impalcato di acciaio	18	13
Tipo 2: Impalcato a struttura composta	15	18
Tipo 3: Impalcato di calcestruzzo:		
- trave scatolare di calcestruzzo	10	5
- trave di calcestruzzo	15	8
- piastra di calcestruzzo	15	8

Nota 1 I valori forniti nel prospetto rappresentano i limiti superiori dei valori della componente di differenza di temperatura variabile linearmente per campioni rappresentativi della geometria del ponte.  
Nota 2 I valori forniti nel prospetto sono basati su una profondità di rivestimento di 50 mm per ponti stradali e ferroviari. Si raccomanda che, per altre profondità di rivestimento, questi valori siano moltiplicati per un fattore  $k_{sur}$ . I valori raccomandati per il fattore  $k_{sur}$  sono forniti nel prospetto 6.2.

Figura 5-12 Prospetto 6.1 §6.1.4.1 -EN 1991-1-5

Nel software di calcolo SAP2000 l'applicazione di un'azione termica di gradiente  $\Delta T=10^\circ\text{C}$  su di una sezione di  $h=1,50\text{ m}$  equivale ad un valore pari a:  $6,67\text{ C/m}$ .

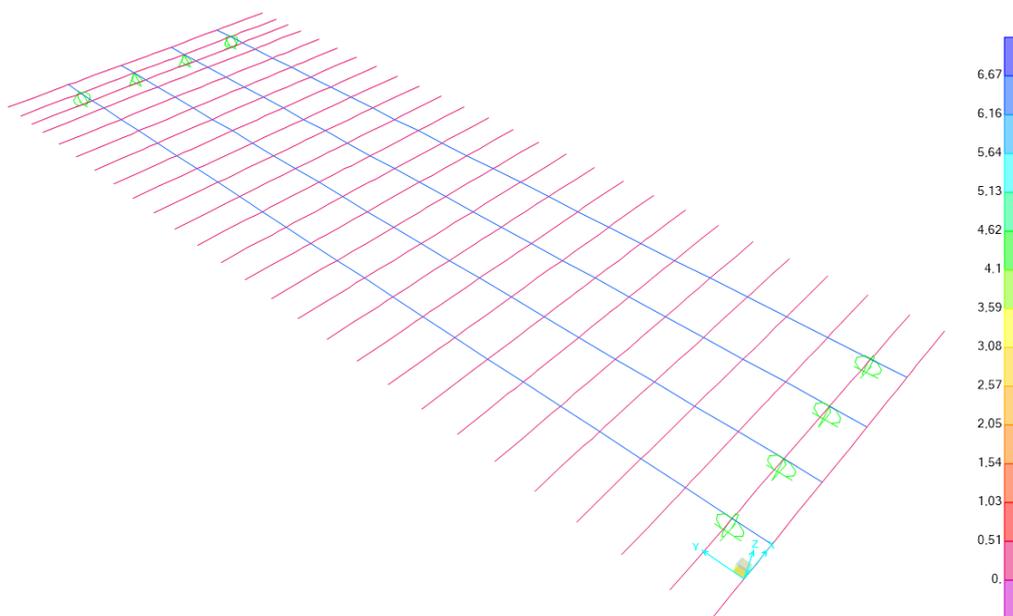


Figura 5-13 Schema di applicazione della variazione termica lineare  $\Delta T/-+$



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 31 di 116

## 5.12 RESISTENZE PARASSITE DEI VINCOLI (Q7)

La resistenza dei vincoli per attrito nei confronti dello scorrimento è stata trascurata

## 5.13 AZIONE SUI PARAPETTI. URTO DI UN VEICOLO IN SVIO (Q8)

Come indicato in §3.6.3.3.2 D. Min. 14/01/2018 nel progetto strutturale dei ponti si può tener in conto delle forze causate da collisioni eccezionali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di 100 kN, considerata agente 1.00 m sopra il livello del piano di marcia. La forza è stata applicata su una linea lunga 0.50 m.

## 5.14 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI

In accordo con quanto previsto nelle "Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (Documento RFI n° RFIDTCICIPOSPINF001A) si considera l'effetto aerodinamico associato al passaggio dei treni. Tali prescrizioni si riscontrano anche al punto 5.2 della NTC2018 relativo ai ponti ferroviari. Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa ed alla coda del treno, il cui valore viene determinato con riferimento alla seguente situazione:

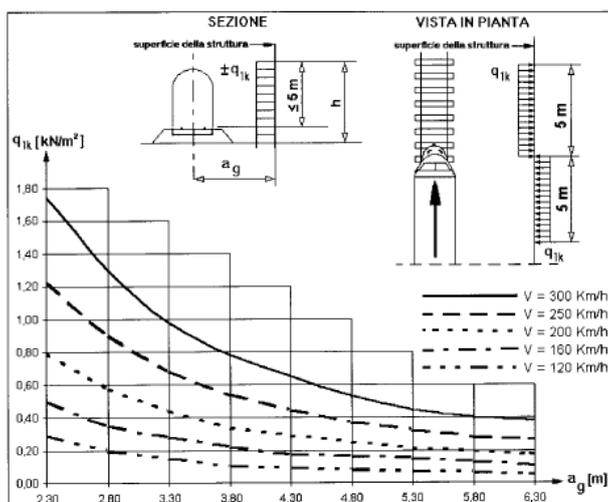
### Superfici verticali parallele al binario (5.2.2.6.1 – NTC2018):

il valore caratteristico dell'azione  $\pm q_{1k}$  agente ortogonalmente alla superficie verticale di facciata del fabbricato viene valutato in funzione della distanza  $a_g$  dall'asse del binario più vicino. Supponendo che la distanza minima da garantire da ostacolo fisso, quale può essere un fabbricato, in assenza di organi respingenti è:

$a_g = 5.00$  m (a vantaggio di sicurezza);

a tale valore di  $a_g$  corrisponde il seguente valore dell'azione  $q_{1k}$  prodotta dal passaggio del convoglio, calcolata secondo quanto riportato nella figura seguente in base alla velocità  $V = 300$  km/h e con riferimento a treni con forme aerodinamiche sfavorevoli (a vantaggio di sicurezza):

$q_{1k} = 0.70$  kN/m<sup>2</sup>



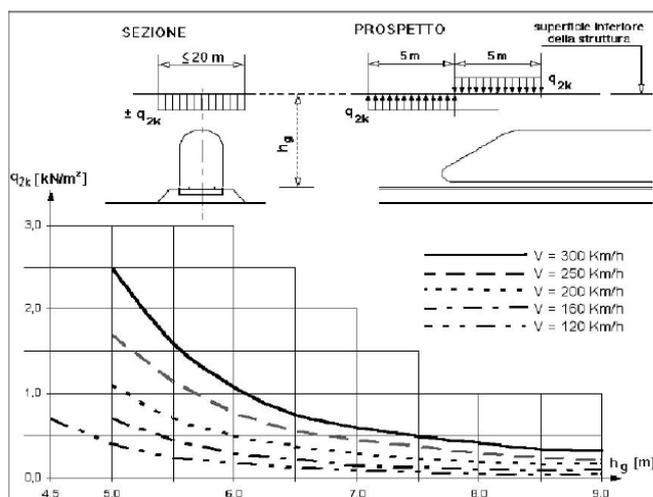
### 5.2.2.6.2 Superfici orizzontali al di sopra del binario (5.2.2.6.2 – NTC2018):

I valori caratteristici dell'azione  $\pm q_{2k}$ , relativi a superfici orizzontali al di sopra del binario, sono forniti nella figura seguente in funzione della distanza  $h_g$  della superficie inferiore della struttura dal PF.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV.            FOGLIO <b>C</b> <b>32 di 116</b>

La larghezza d'applicazione del carico per gli elementi strutturali da considerare si estende sino a 10 m da ciascun lato a partire dalla mezzeria del binario.

Per convogli transitanti in due direzioni opposte le azioni saranno sommate. Nel caso di presenza di più binari andranno considerati solo due binari.



Considerando le pressioni irrisorie rispetto ai carichi mobili di progetto, l'effetto aerodinamico dei convogli sulla struttura può essere trascurato.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 33 di 116

## 6 COMBINAZIONI DI CARICO

In linea con quanto riportati nel quadro normativo vigente, le azioni descritte nei paragrafi precedenti, sono combinate nel modo seguente:

- combinazione fondamentale (SLU):

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

- combinazione sismica:

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

- combinazione eccezionale:

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

- combinazione Rara (SLE irreversibile):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{Q2} \cdot Q_{k2} + \psi_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- combinazione Frequente (SLE reversibile):

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

- combinazione Quasi Permanente (SLE per gli effetti a lungo termine):

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

Pertanto, considerando i seguenti valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5KN/m <sup>2</sup>
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(\*) Ponti pedonali  
(\*\*) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)  
(\*\*\*) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 34 di 116

Considerando inoltre i seguenti coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni agli SLU

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(a)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> $g_2$	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

e considerando infine i seguenti coefficienti per le azioni variabili

Tab. 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>									
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>									
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 35 di 116				

Si ottengono le combinazioni più gravose riportate nella successiva tabella:

Critero	n°	Tipologia	q1	q2	Schema 1	Schema 2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	e1	e2	e3	e4
SLU_STR	1	Add	1.35	1.5	1.35	-	0	-	0.9	-	-	-	1.2	0	1.2	0
	2	Add	1.35	1.5	-	1.35	0	-	0.9	-	-	-	1.2	1.2	0.72	1.2
	3	Add	1.35	1.5	-	-	-	-	0.9	-	-	-	1.2	1.2	0.72	0
	4	Add	1.35	1.5	0.75	-	1.35	-	0.9	-	-	-	1.2	0.9	1.2	0.9
	5	Add	1.35	1.5	-	0.75	1.35	-	0.9	-	-	-	1.2	1	0	0
	6	Add	1.35	1.5	-	-	-	-	0.9	-	-	-	1.2	0	1	0
	7	Add	1.35	1.5	-	-	-	-	1.5	-	-	-	1.2	0	0	0
	8	Add	1.35	1.5	-	-	-	-	1.5	-	-	-	1.2	1.2	0	0
	9	Add	1.35	1.5	-	-	-	-	1.5	-	-	-	1.2	0	1.2	0
	10															
SLE_rara	11	Add	1	1	1	-	1	-	0.6	-	-	-	1	0	0.6	0
	12	Add	1	1	1	-	0	-	0.6	-	-	-	1	1	0	1
	13	Add	1	1	-	1	1	-	0.6	-	-	-	1	1	0	1
	14	Add	1	1	-	-	0	-	0.6	-	-	-	1	1	0.6	1
	15	Add	1	1	1	-	0.5	-	0.6	-	-	-	1	0	0.6	0
	16	Add	1	1	1	-	1	-	1	-	-	-	1	0	1	0
16																
SLE_freq	16	Add	1	1	1	-	0	-	0.2	-	-	-	1	0	1	1
	17	Add	1	1	1	-	0	-	0	-	-	-	1	0	0.6	0
	18	Add	1	1	-	1	0	-	0	-	-	-	1	0	1	0
	19	Add	1	1	-	1	0	-	0	-	-	-	1	0	0.6	0
20																
SLE_qp	21	Add	1	1	0	0	0	-	0	-	-	-	1	0	0	
	22	Add	1	1	0	0	0	-	0	-	-	-	1	0	1	0
23																
SLV	24	Add	1	1	0.2	-	0	-	0	1	-	-	1	0	0.5	0
	25	Add	1	1	-	0.2	0	-	0	1	-	-	1	0	0.5	0
	26															
Ad	27	Add	1	1	0	0	0	0	0	0	-	1	1	0	0	0

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>36 di 116</b>

## 7 ANALISI STRUTTURALE

Le analisi sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo FEM SAP2000 Ver 23 della Computer and Structure. Dal modello sono state dedotte, per le combinazioni di calcolo statiche e sismiche descritte in precedenza, le sollecitazioni complessive agenti sull'impalcato al fine di procedere con le verifiche di sicurezza previste dalle Normative di riferimento. Dallo stesso modello sono state poi ricavate le sollecitazioni agenti sulle sottostrutture necessarie ai fini delle verifiche geotecniche del sistema terreno-fondazione e delle verifiche strutturali, entrambe riportate nella specifica relazione di calcolo e pertanto non contenute nel presente documento.

### Assi comuni a tutti i modelli

**x** = asse trasversale impalcato

**y** = asse longitudinale impalcato

**z** = asse verticale impalcato

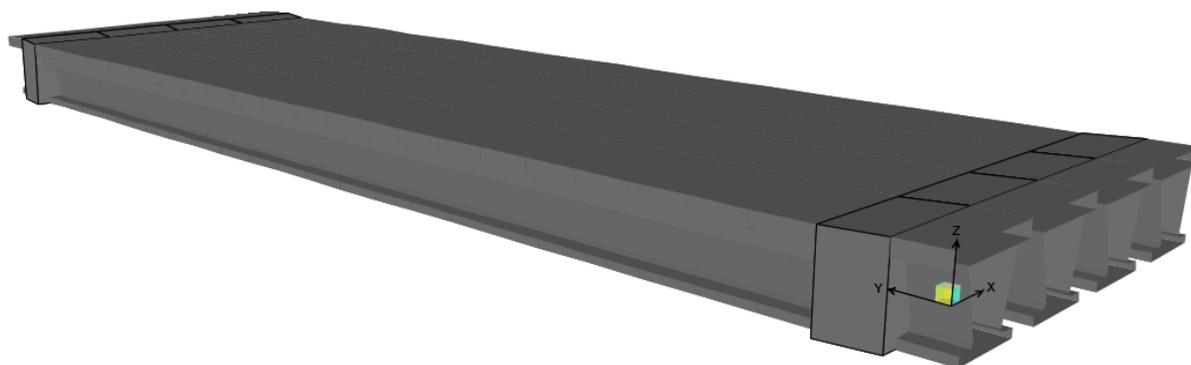


Figura 7-1 Vista 3D del Modello d'impalcato

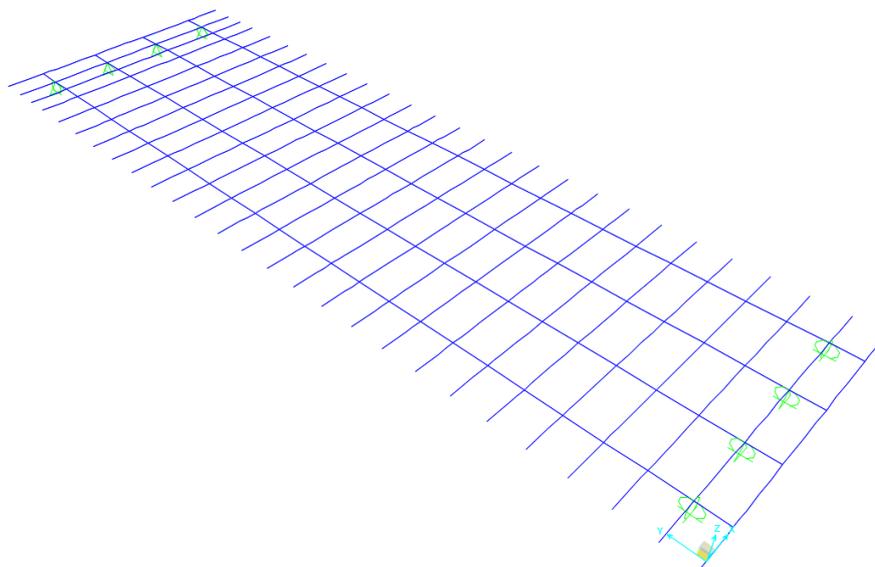


Figura 7-2 Vista bidimensionale dell'impalcato

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 37 di 116

## 7.1 MODELLO DI CALCOLO AGLI ELEMENTI FINITI

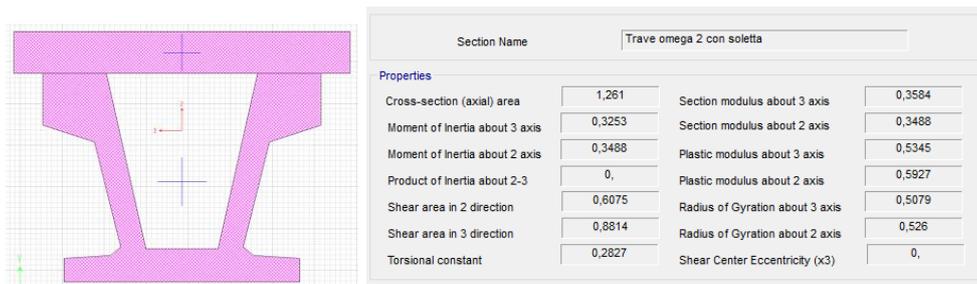
L'analisi della struttura è stata sviluppata eseguendo un modello atto a studiare il comportamento dell'impalcato sotto l'effetto dei carichi statici.

Il modello è stato realizzato definendo materiali, geometria degli elementi e della sezione, vincoli esterni ed interni e condizioni di carico facendo riferimento all'NTC2018.

Per la modellazione dell'impalcato si è fatto fede alla geometria riportata nei documenti di progetto di riferimento, a partire dai quali sono stati definite le sezioni degli elementi strutturali, quali:

- Travi (h. 125 cm. – B. 165 cm.- b. 140 cm);
- Traversi;
- Soletta. (h. 25 cm.)

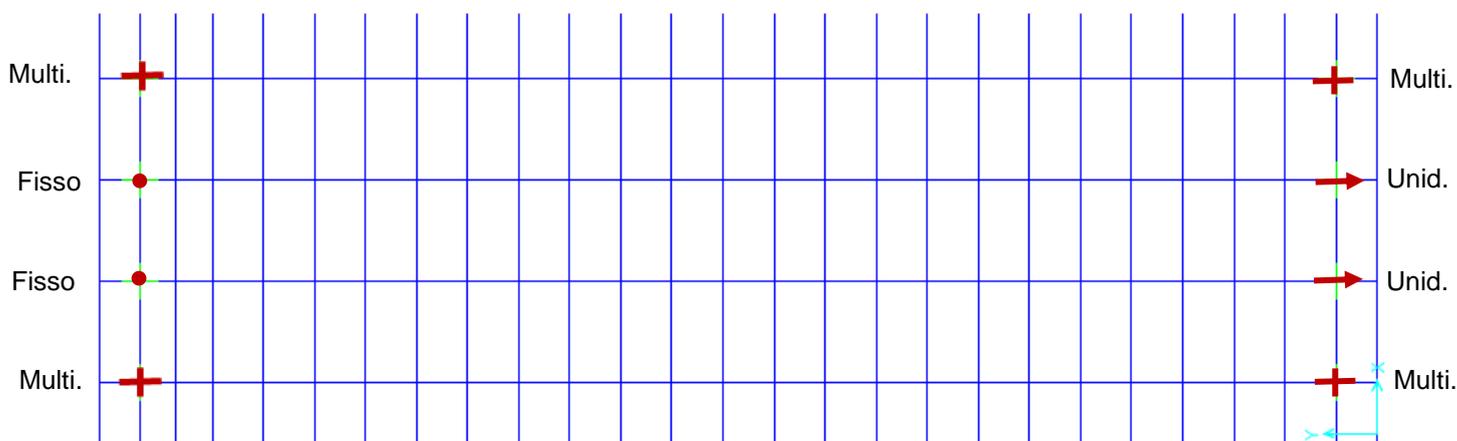
Particolare attenzione è stata rivolta alla modellazione delle travi di impalcato, le sezioni delle travi comprendono anche la porzione di soletta collaborante, di larghezza opportunamente ridotta per tenere conto del rapporto fra i moduli elastici; inoltre viene azzerata la rigidezza torsionale.



**Figura 7-3 proprietà della trave in CAP di impalcato**

La soletta è stata modellata mediante elementi beam che uniscono tutti i nodi corrispondenti, comprese le ali esterne. Dove è presente il traverso, poiché la soletta collaborante è già compresa nella sezione, non sono previsti nuovi elementi soletta. In tali elementi di soletta, il peso viene considerato uguale a 0.

I vincoli dell'impalcato corrispondono ai dispositivi di appoggio e sono applicati sulle testate delle travi secondo il seguente schema:



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 38 di 116

## 7.1.1 Analisi Modale

Viene eseguita l'analisi modale dell'impalcato, dalla quale vengono estrapolati i primi 20 modi di vibrare della struttura. Il primo modo di vibrare della struttura risulta essere un modo verticale ed eccita circa il 67% della massa totale.  $T_1 = 0,129s$

Di seguito si riporta una tabella dei primi 20 modi di vibrare.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios																
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ	
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless												
MODAL	Mode	1	0.129603	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MODAL	Mode	2	0.067779	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	
MODAL	Mode	3	0.044628	0.63	0.00	0.00	0.63	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	
MODAL	Mode	4	0.035468	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	
MODAL	Mode	5	0.034645	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.67	0.35	0.00	0.00	0.35	0.60	0.00	
MODAL	Mode	6	0.027915	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.35	0.60	0.00	
MODAL	Mode	7	0.02661	0.00	0.89	0.00	0.63	0.89	0.67	0.00	0.00	0.00	0.35	0.60	0.00	
MODAL	Mode	8	0.021905	0.00	0.00	0.00	0.63	0.89	0.67	0.00	0.01	0.00	0.35	0.60	0.00	
MODAL	Mode	9	0.020485	0.00	0.00	0.00	0.63	0.89	0.67	0.01	0.00	0.00	0.35	0.60	0.00	
MODAL	Mode	10	0.018171	0.00	0.00	0.00	0.63	0.89	0.67	0.00	0.00	0.07	0.35	0.60	0.07	
MODAL	Mode	11	0.016685	0.00	0.00	0.06	0.63	0.89	0.73	0.00	0.00	0.00	0.35	0.60	0.07	
MODAL	Mode	12	0.016405	0.00	0.00	0.00	0.63	0.89	0.73	0.00	0.00	0.03	0.35	0.60	0.10	
MODAL	Mode	13	0.01594	0.00	0.00	0.00	0.63	0.89	0.73	0.00	0.00	0.30	0.35	0.60	0.40	
MODAL	Mode	14	0.015129	0.00	0.00	0.00	0.63	0.89	0.73	0.00	0.05	0.00	0.35	0.66	0.40	
MODAL	Mode	15	0.013061	0.00	0.00	0.00	0.63	0.89	0.73	0.00	0.00	0.00	0.35	0.66	0.40	
MODAL	Mode	16	0.012396	0.00	0.00	0.00	0.63	0.89	0.73	0.00	0.00	0.00	0.35	0.66	0.40	
MODAL	Mode	17	0.01239	0.00	0.00	0.00	0.63	0.89	0.73	0.00	0.00	0.00	0.35	0.66	0.40	
MODAL	Mode	18	0.012059	0.00	0.00	0.00	0.63	0.89	0.73	0.00	0.00	0.00	0.35	0.66	0.40	
MODAL	Mode	19	0.011786	0.00	0.00	0.00	0.64	0.89	0.73	0.00	0.01	0.00	0.35	0.66	0.40	
MODAL	Mode	20	0.011644	0.00	0.00	0.00	0.64	0.90	0.73	0.00	0.00	0.00	0.35	0.66	0.40	

I modi successivi al primo, tra gli altri anche quelli orizzontali, risultano di periodo inferiore a  $T_B$  e prossimi a  $T_0$ , in quanto l'impalcato risulta fissato orizzontalmente e vincolato alla spalla, motivo per cui, per l'analisi sismica è stata utilizzata l'accelerazione corrispondente pari ad  $ag_{max} = 0,354 g$  allo SLV, per il sisma orizzontale trasmesso ai dispositivi di appoggio.

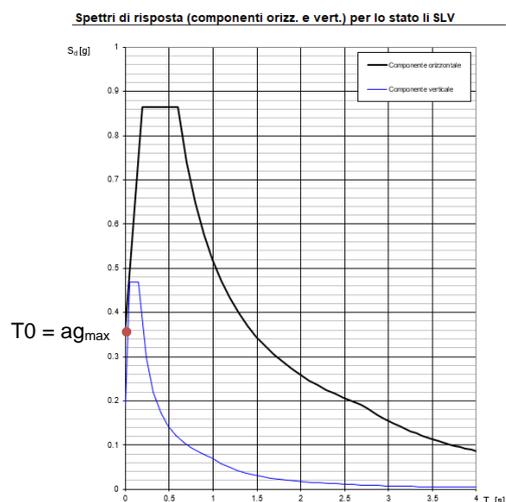


Figura 7-4 spettro di risposta elastico al SLV

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>			
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 39 di 116

## 7.2 FASI DI CALCOLO

I modelli studiati e le fasi di calcolo e di verifica considerano le fasi di montaggio, maturazione e gli effetti differiti conseguenti alle varie età della struttura. Si distinguono le seguenti fasi di riferimento:

### 7.2.1 Fase 0a: Taglio dei trefoli, Momento di precompressione

La trave in cap, nella fase del taglio dei trefoli subisce l'effetto della precompressione che difatto conferisce alla trave una contromonta.

La sezione resistente risulta solo quella delle travi in cap. In questa fase la luce di calcolo è pari a 24.40 m.

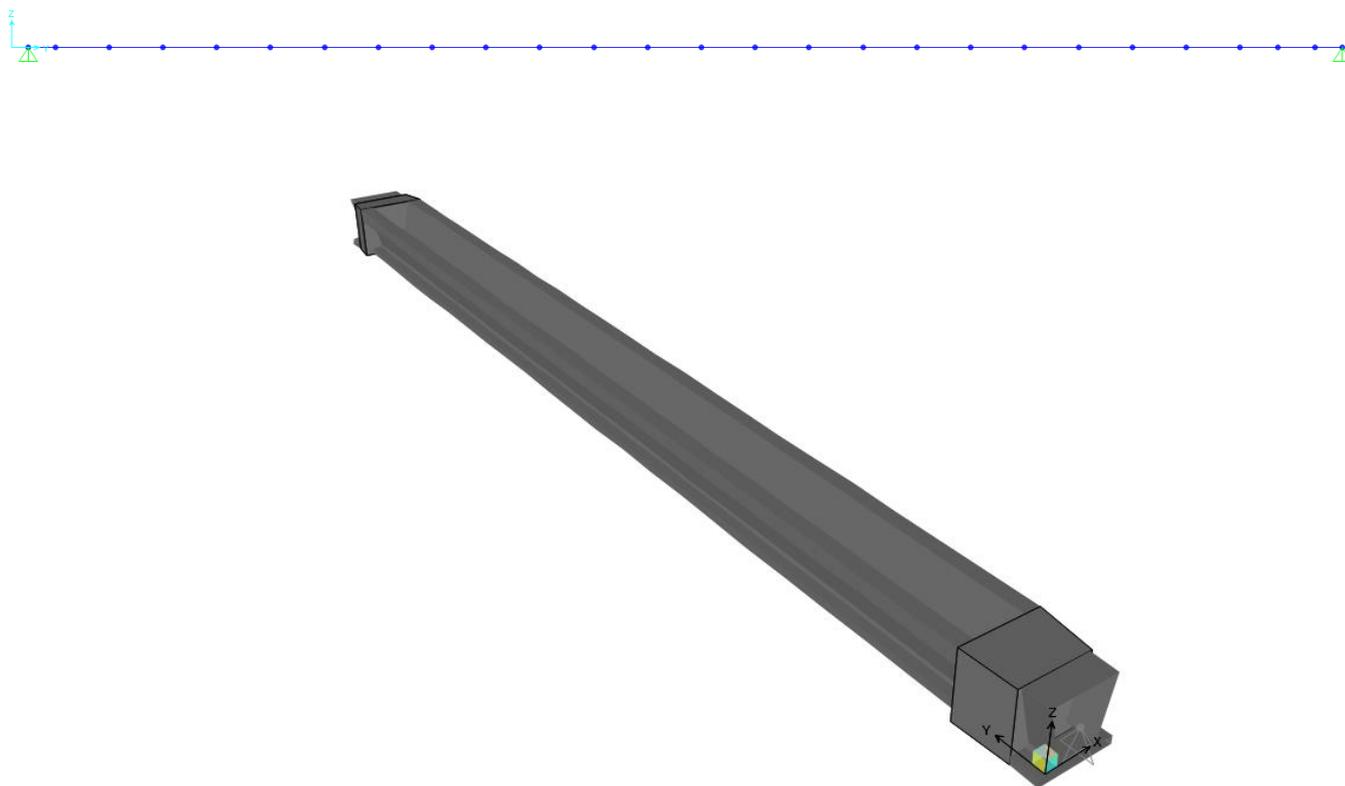


Figura 7-5 – Modello FEM per la fase 0a di calcolo: taglio dei trefoli

### 7.2.2 Fase 0b: Sollevamento trave

La trave d'impalcato durante la fase di varo viene sollevata ed appoggiata nella sua sede sui baggioli della spalla. La sezione resistente risulta solo quella delle travi in cap. In questa fase la luce di calcolo è pari a 20.50 m.



Figura 7-6 – Modello FEM per la fase 0b: sollevamento travi

APPALTATORE: Conorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI      GCF ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV.      FOGLIO C              40 di 116

### 7.2.3 Fase 1: Peso proprio

L'impalcato in fase di montaggio senza puntellamenti intermedi, in cui i carichi sono quelli di competenza del peso proprio della struttura in cap, più gli sforzi di precompressione delle travi in cap.

La sezione resistente risulta solo quella delle travi in cap. In questa fase la luce di calcolo è pari a 23.40 m.

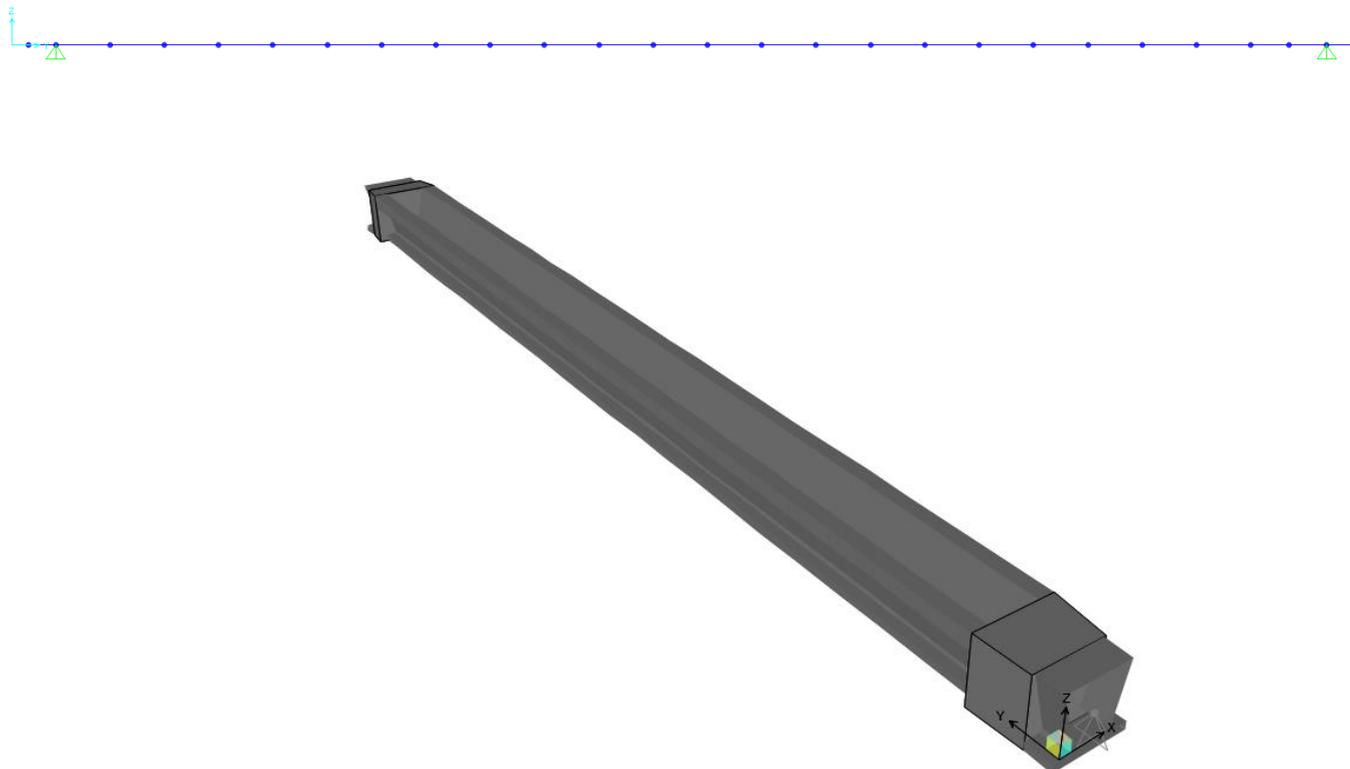


Figura 7-7 – Modello FEM per la prima fase di calcolo



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. FOGLIO C 42 di 116

### 7.2.5 Fase 3: Permanenti

Impalcato in esercizio completo dei carichi permanenti. In questa fase la sezione resistente risulta composta, ovvero trave cap + soletta collaborante. Va specificato che in questa fase di calcolo la ripartizione dei carichi tiene conto del modulo di elasticità secante della soletta a tempo infinito.

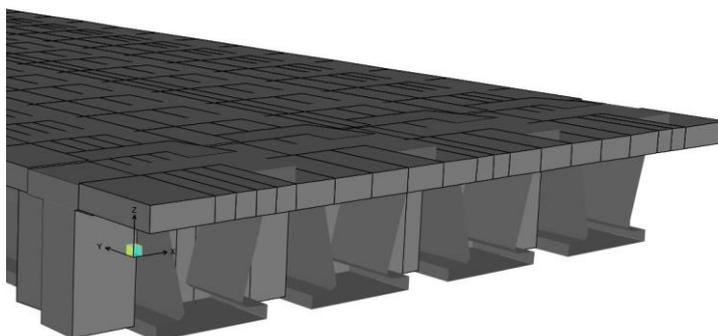


Figura 7-9 – Modello FEM per la terza fase di calcolo

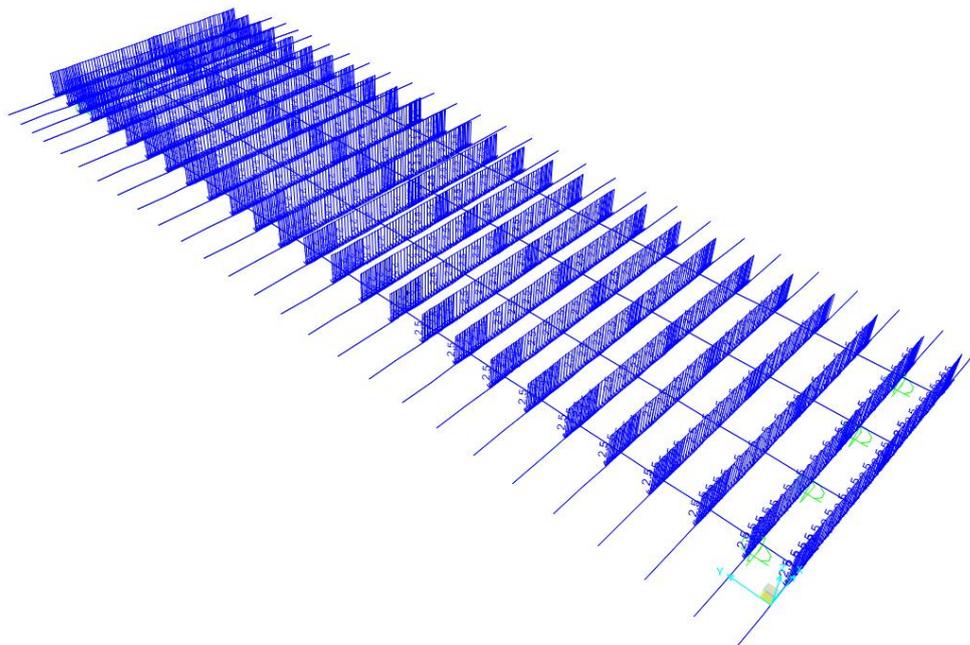


Figura 7-10 – Modello FEM per la terza fase di calcolo- Peso pacchetto stradale (2,5 kN/mq)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV.              FOGLIO <b>C                      43 di 116</b>

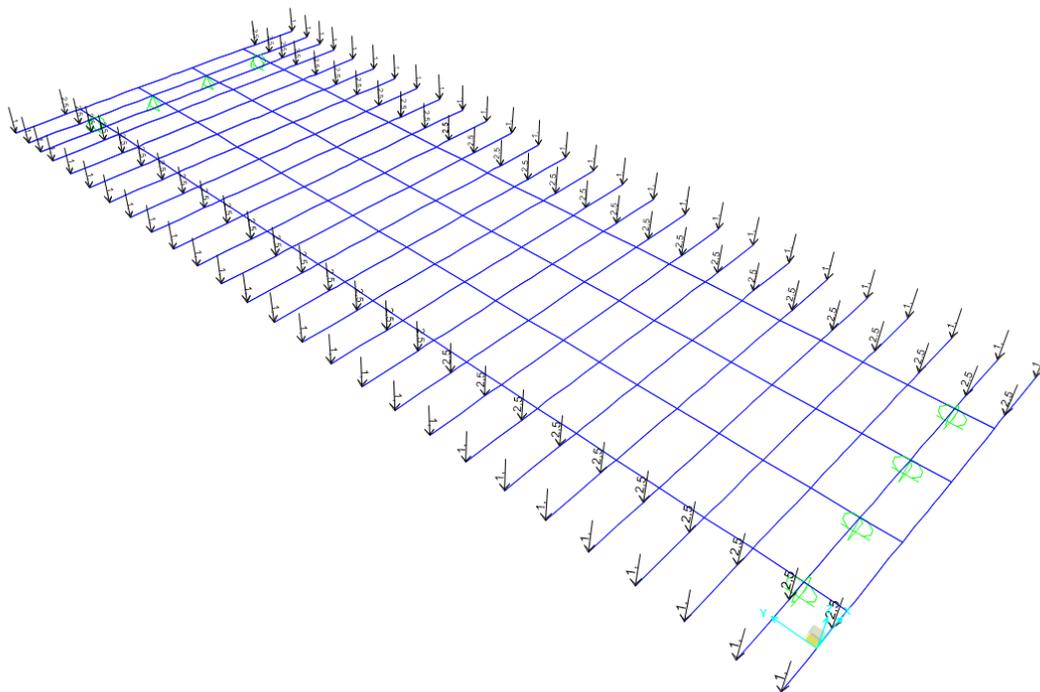


Figura 7-11 – Modello FEM per la terza fase di calcolo- Carichi barriere H4 (2,5 kN/m) Rete anti-lancio (1 kN/m)

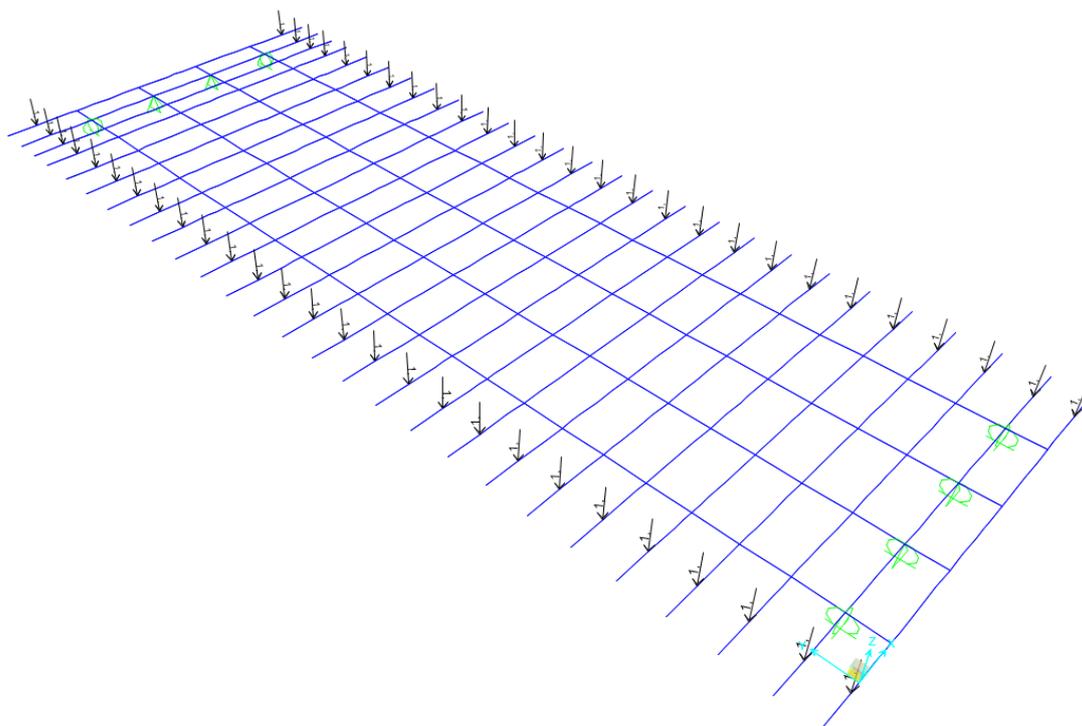


Figura 7-12 – Modello FEM per la terza fase di calcolo – Carichi impianti (1 kN/m)



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 45 di 116

### 7.2.7 Fase 5: Carichi in esercizio

L'impalcato in esercizio per carichi di breve durata, quali quelli mobili, variazioni di temperatura, vento. Nella quinta fase si considerano gli effetti differiti, quali ritiro e viscosità del calcestruzzo. Il modello di calcolo è lo stesso della fase precedente

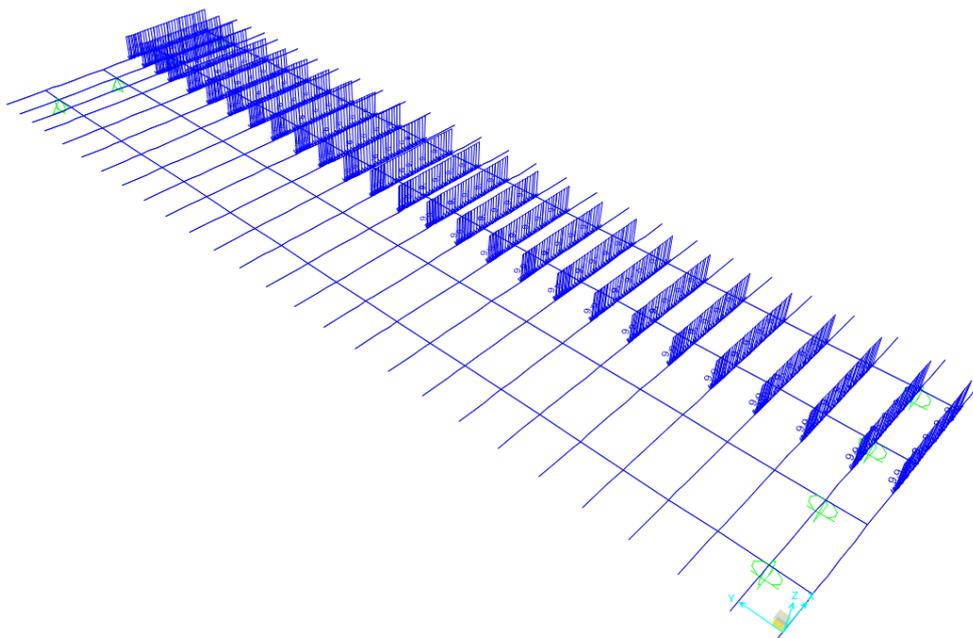


Figura 7-14 – Modello FEM per la 5 fase di calcolo- q1k

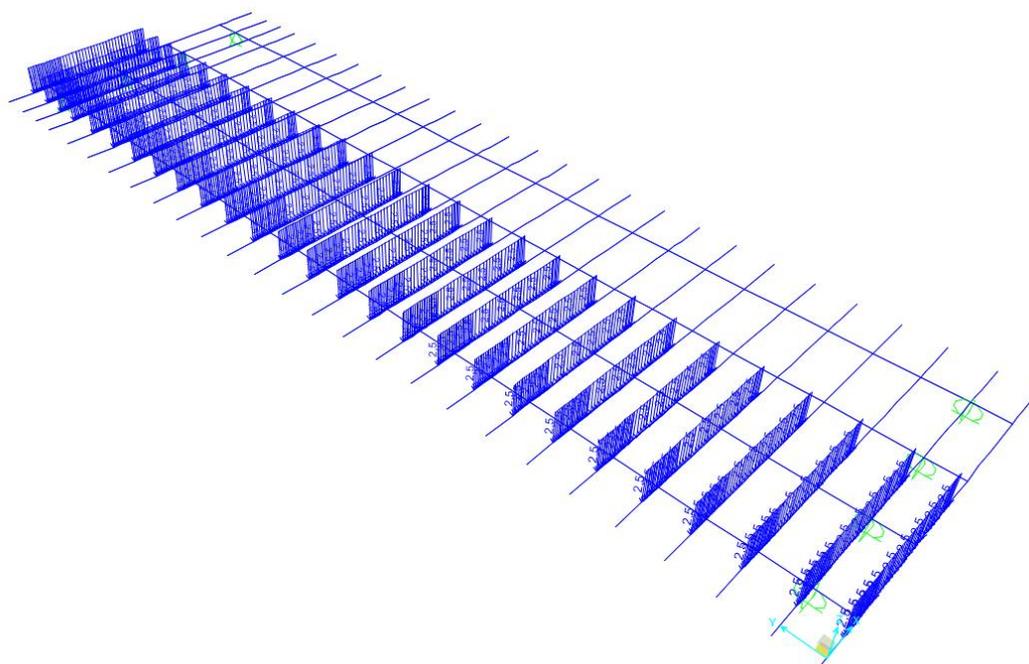
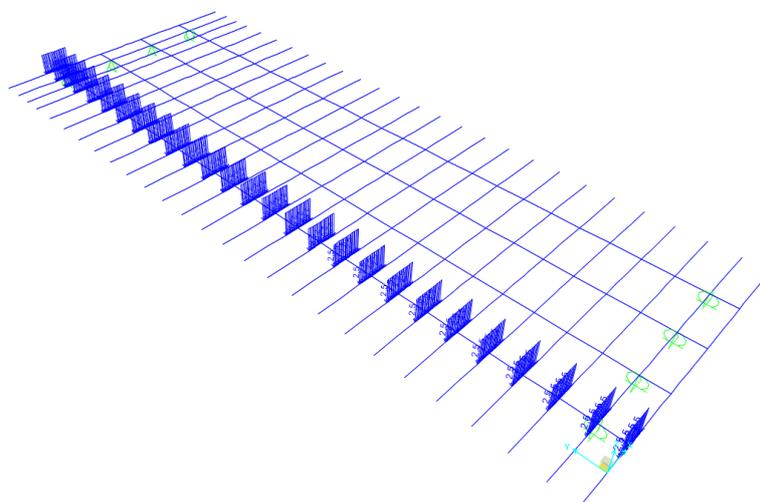
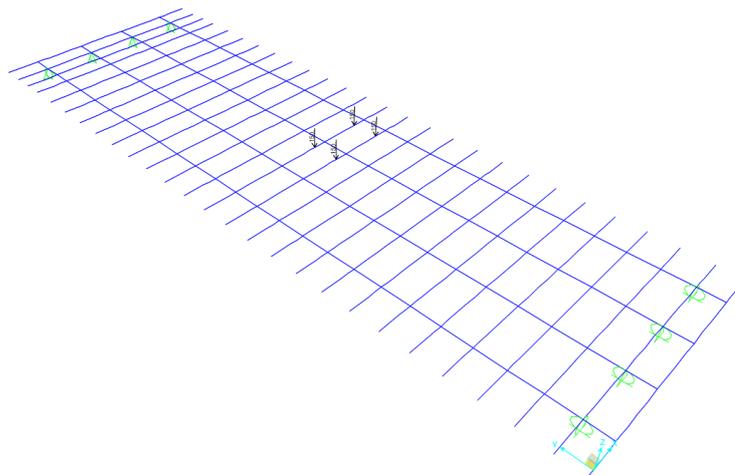


Figura 7-15 – Modello FEM per la 5 fase di calcolo- q2k

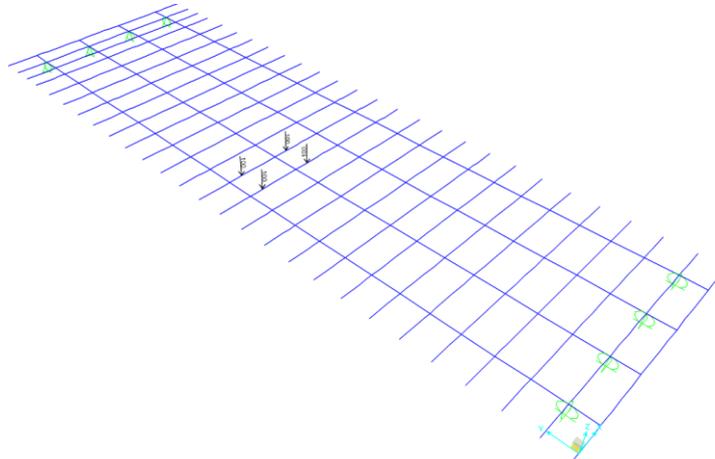
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>46 di 116</b>



**Figura 7-16 – Modello FEM per la 5 fase di calcolo- q,rimanente**

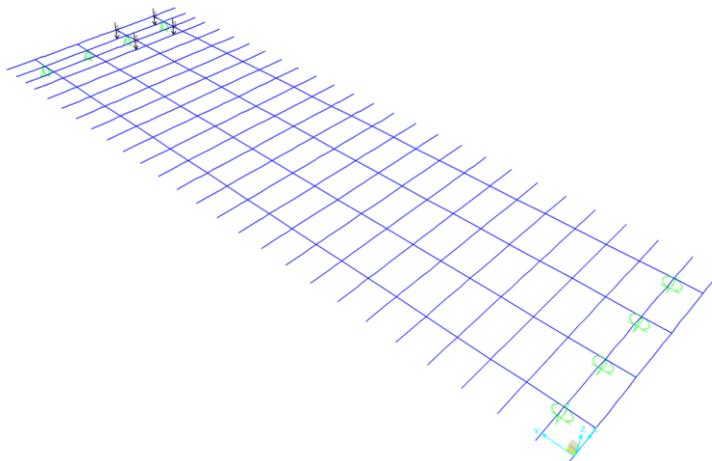


**Figura 7-17 – Modello FEM per la 5 fase di calcolo- Q1\_1 - mezzeria**

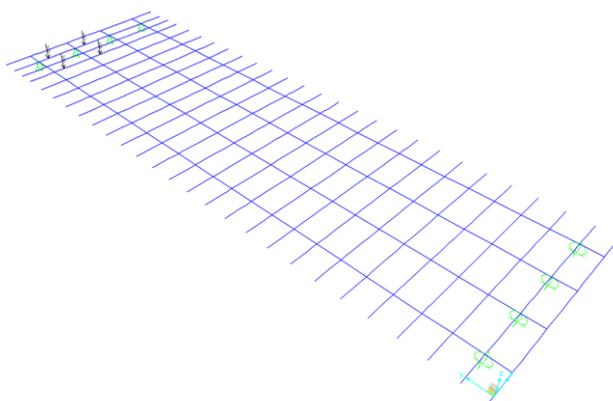


**Figura 7-18 – Modello FEM per la 5 fase di calcolo- Q1\_2 - mezzeria**

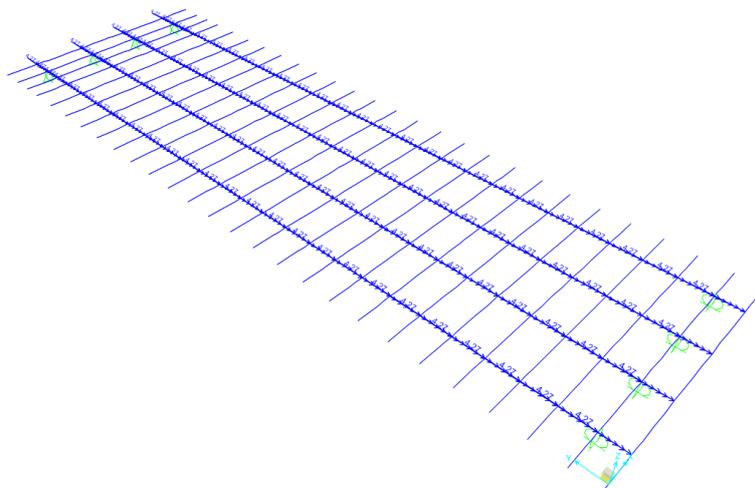
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo impalcato</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>47 di 116</b>



**Figura 7-19 – Modello FEM per la 5 fase di calcolo- Q2\_1 - appoggio**



**Figura 7-20 – Modello FEM per la 5 fase di calcolo- Q2\_2 - appoggio**



**Figura 7-21 – Modello FEM per la 5 fase di calcolo- Q3 (applicato in maniera distribuita sulle travi Q3=4,275 kN/m<sup>2</sup>)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo impalcato</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>48 di 116</b>

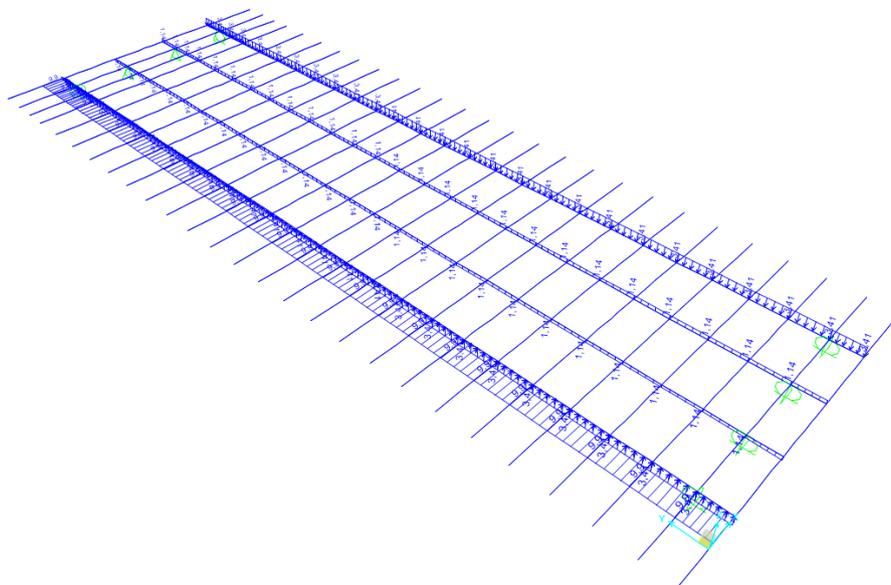


Figura 7-22 – Modello FEM per la 5 fase di calcolo-qv Forza orizzontale 9,90 kN/m)

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. FOGLIO C 49 di 116

### 7.2.8 Fase 5bis: Carico in esercizio – Trasporto TBM

L'impalcato in esercizio per carichi di breve durata, quali quelli mobili, variazioni di temperatura, vento. Nella quinta fase si considerano gli effetti differiti, quali ritiro e viscosità del calcestruzzo. Il modello di calcolo è lo stesso della fase precedente

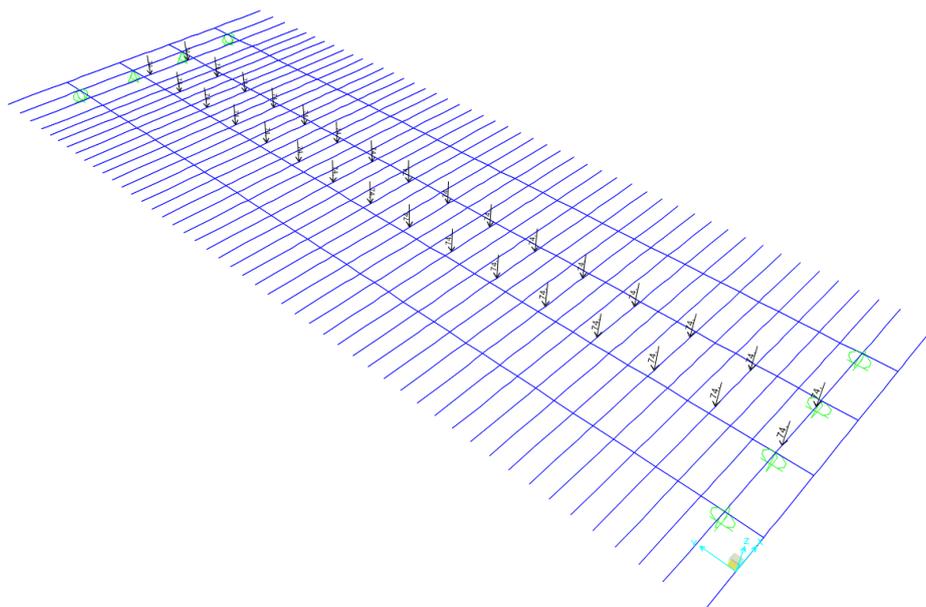


Figura 7-23 Modello FEM per la 5bis fase di calcolo: Carico TBM centrato

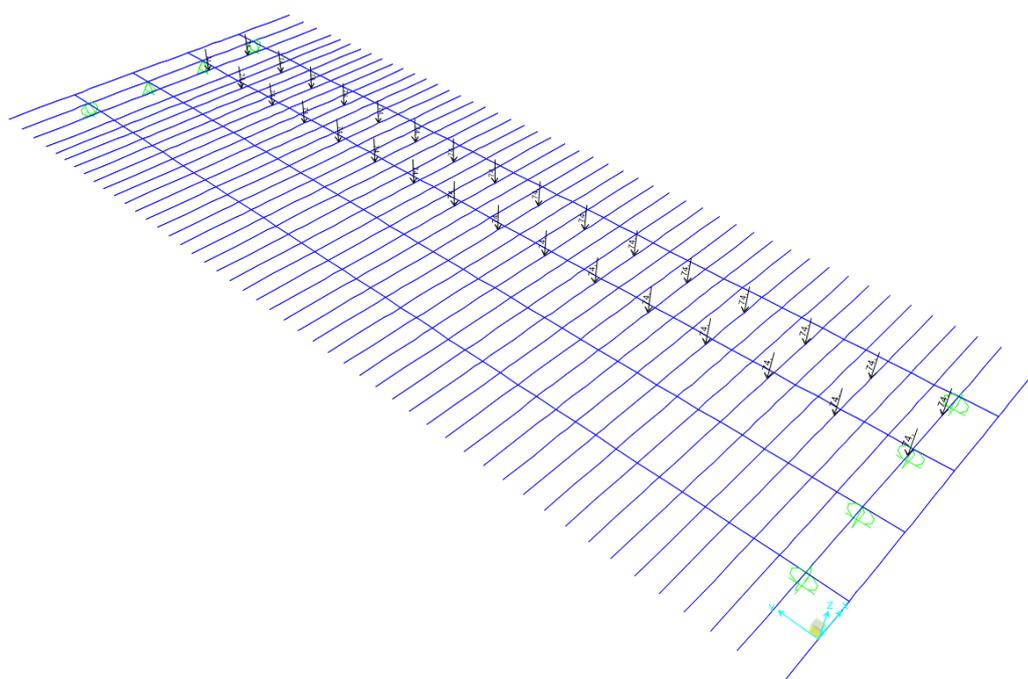


Figura 7-24 Modello FEM per la 5bis fase di calcolo: Carico TBM eccentrico

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo impalcato</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>50 di 116</b>

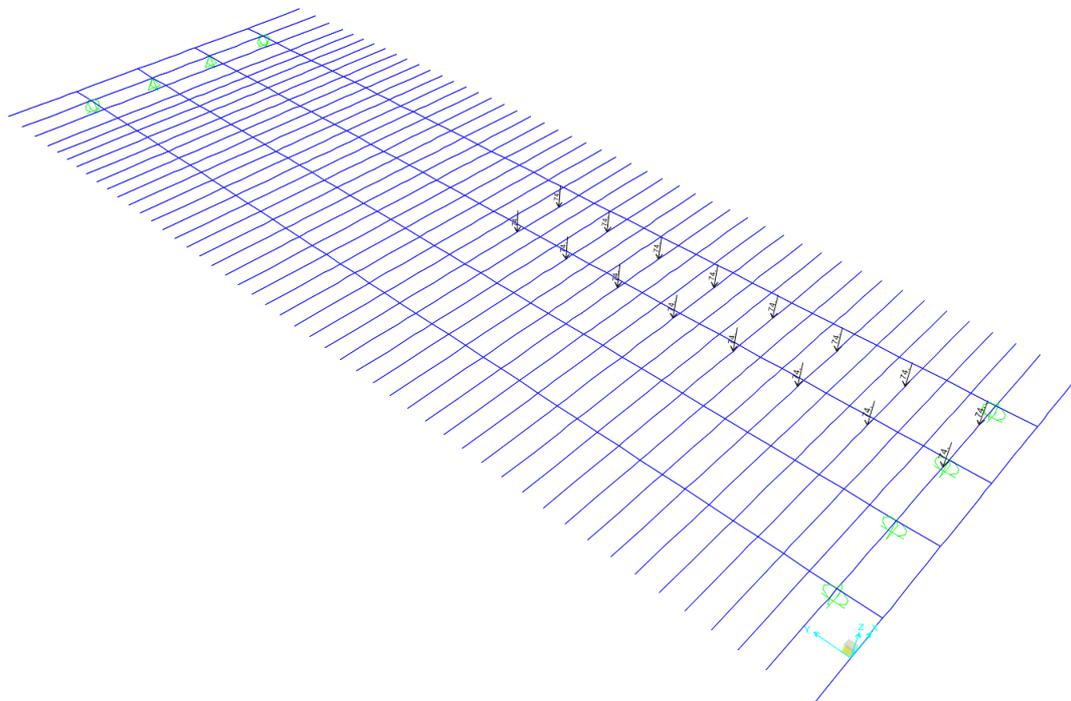


Figura 7-25 Modello FEM per la 5bis fase di calcolo: Carico TBM eccentrico – stesa di carico su metà impalcato

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 51 di 116

## 7.3 RISULTATI DI CALCOLO

### 7.3.1 Fase 0a: Taglio dei trefoli

Calcolo del momento di precompressione:

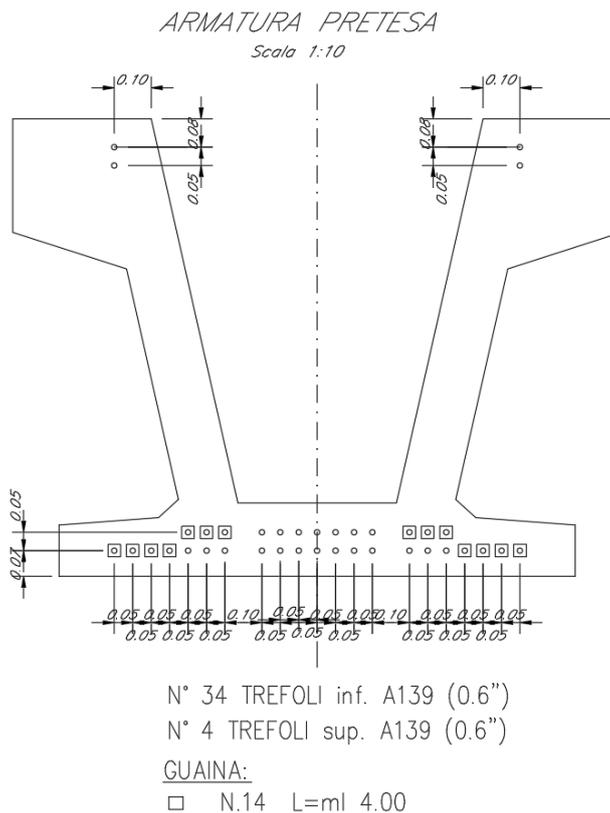


Figura 7-26 Maschera di precompressione, sezione trasversale trave in cap

Baricentro della sezione in cap: 0,58 m.

Eccentricità baricentro dei trefoli inferiore:  $0,58 - 0,095 = 0,485$  m.

Eccentricità baricentro dei trefoli superiore:  $0,67 - 0,105 = 0,565$  m

Forza di precompressione trefoli inferiori:  $A_{\text{tref}} \cdot n^{\circ}_{\text{tref}} \cdot \sigma_{\text{sp}} = 139 \text{ mm}^2 \cdot 34 \cdot 1400 \text{ MPa} = 6616,4 \text{ kN}$

Forza di precompressione trefoli superiori:  $A_{\text{tref}} \cdot n^{\circ}_{\text{tref}} \cdot \sigma_{\text{sp}} = 139 \text{ mm}^2 \cdot 4 \cdot 1400 \text{ MPa} = 778,4 \text{ kN}$

Momento di precompressione trefoli inferiori:  $F_{\text{prec}} \cdot e_{\text{inf}} = 6616,4 \cdot 0,485 = 3208,9 \text{ kNm}$

Momento di precompressione trefoli superiori:  $F_{\text{prec}} \cdot e_{\text{sup}} = 778,4 \cdot 0,565 = 439,8 \text{ kNm}$

Momento di precompressione totale agente:  $3208,9 - 439,8 = 2769 \text{ kNm}$

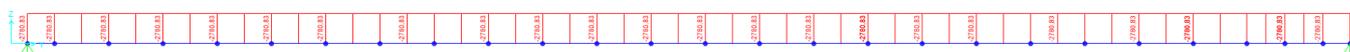


Figura 7-27 Momento Flettente dovuto alla precompressione  $M_y$ , Max = 2769 kNm





<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>54 di 116</b>

### 7.3.5 Fase 3: Permanenti

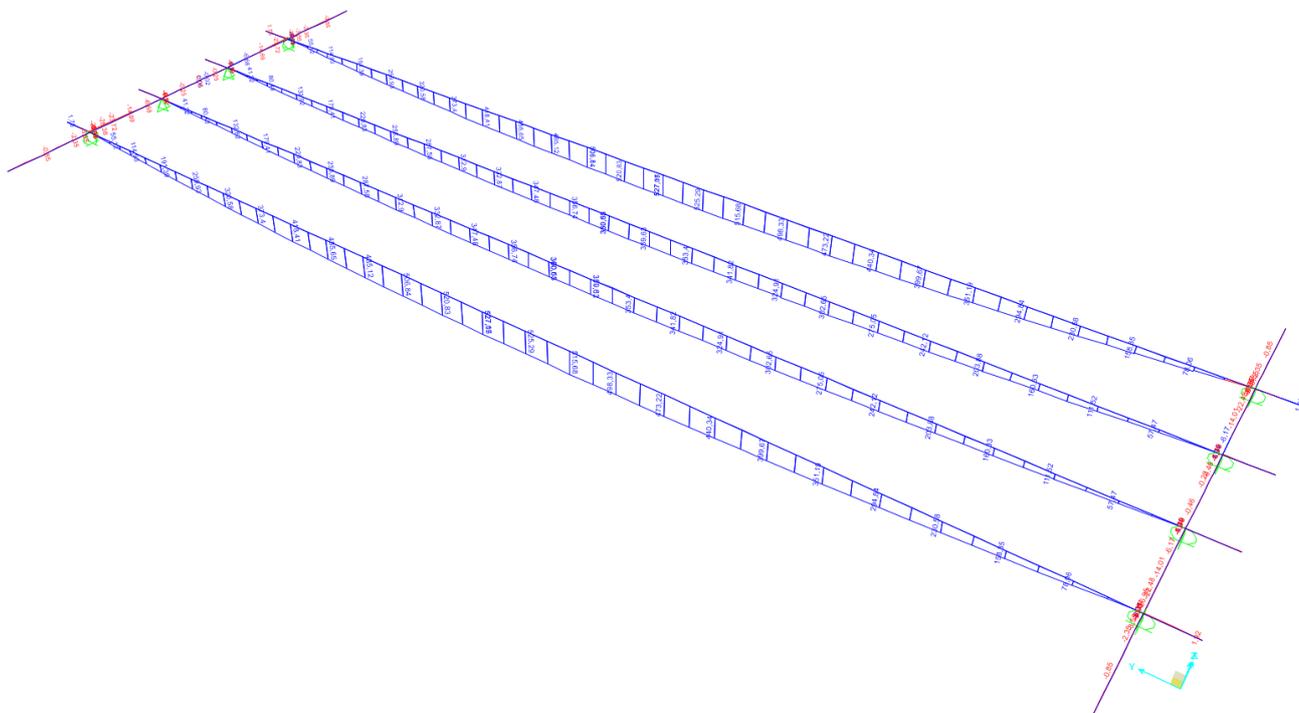


Figura 7-34 Momento Flettente My, Max = 527 kNm

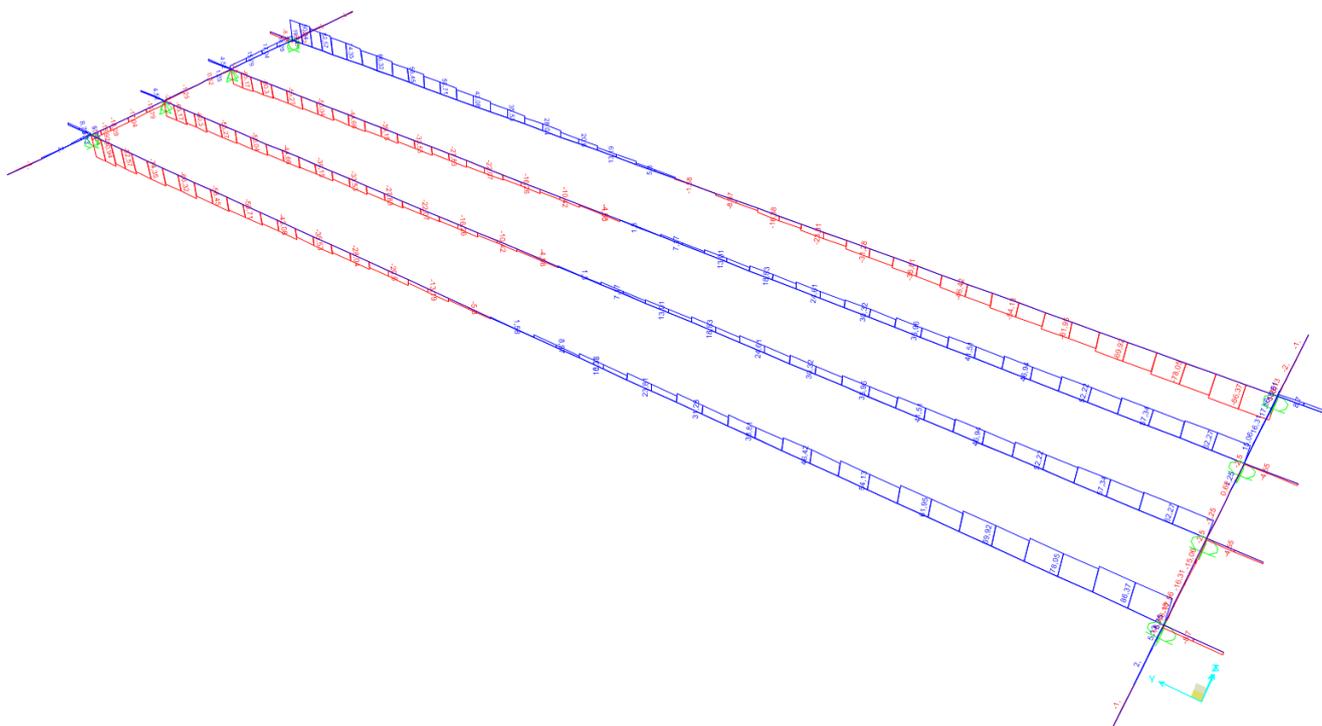


Figura 7-35 Taglio Fz, Max = 90 kN

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>55 di 116</b>

### 7.3.6 Fase 4: Ritiro soletta

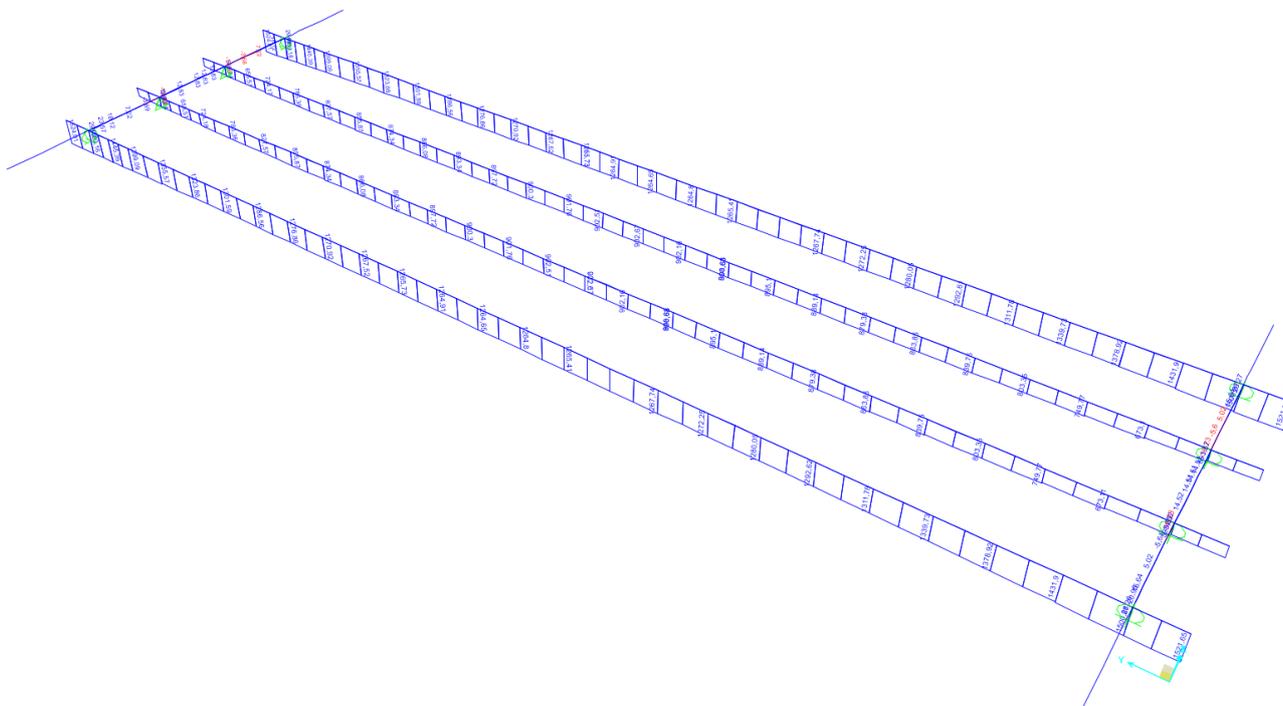


Figura 7-36 Momento Flettente My, Max = 1524 kNm

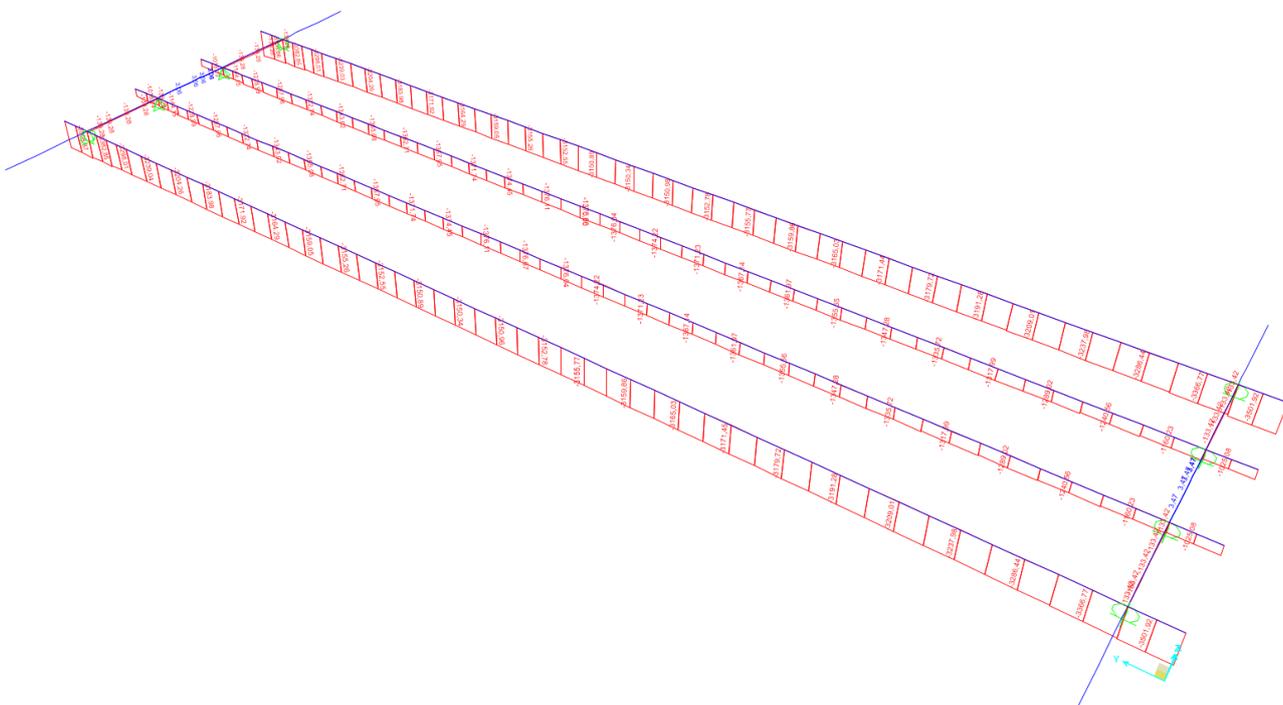


Figura 7-37 Sforzo Normale Fy, Max = 3501 kN

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>56 di 116</b>

### 7.3.7 Fase 5: Carichi in esercizio

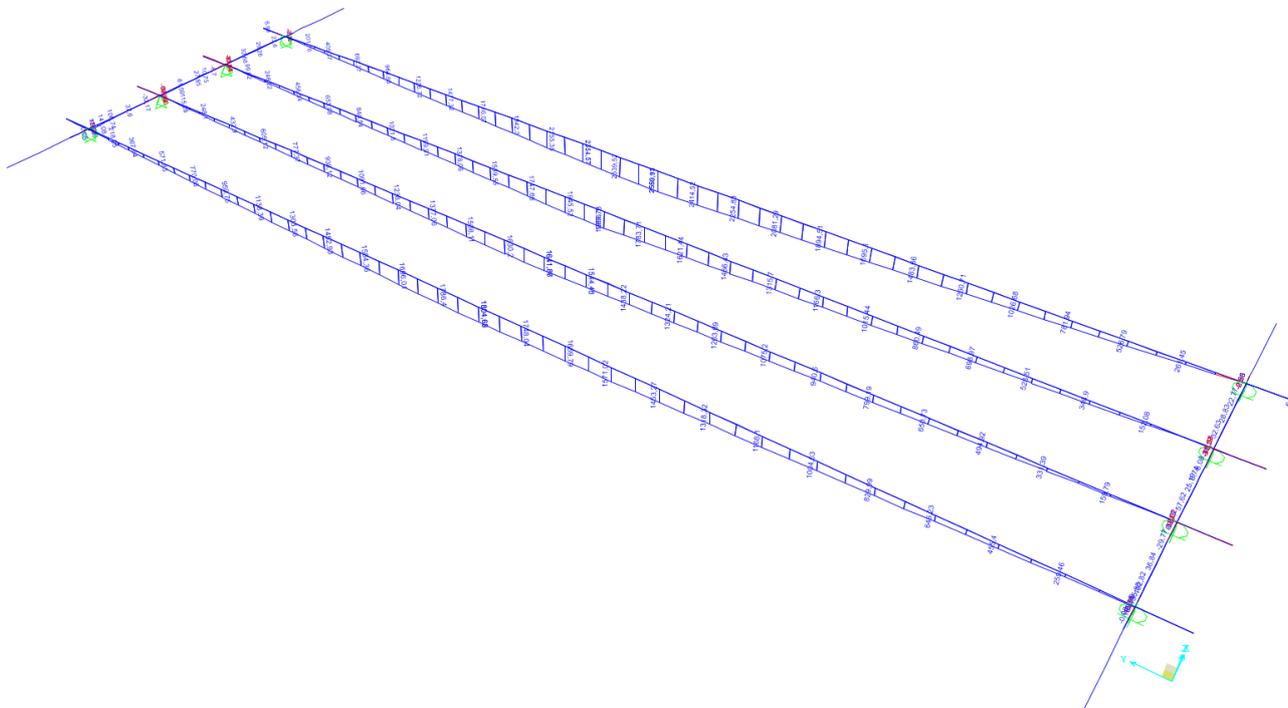


Figura 7-38 Momento Flettente  $M_y$ , Max = 2563 kNm

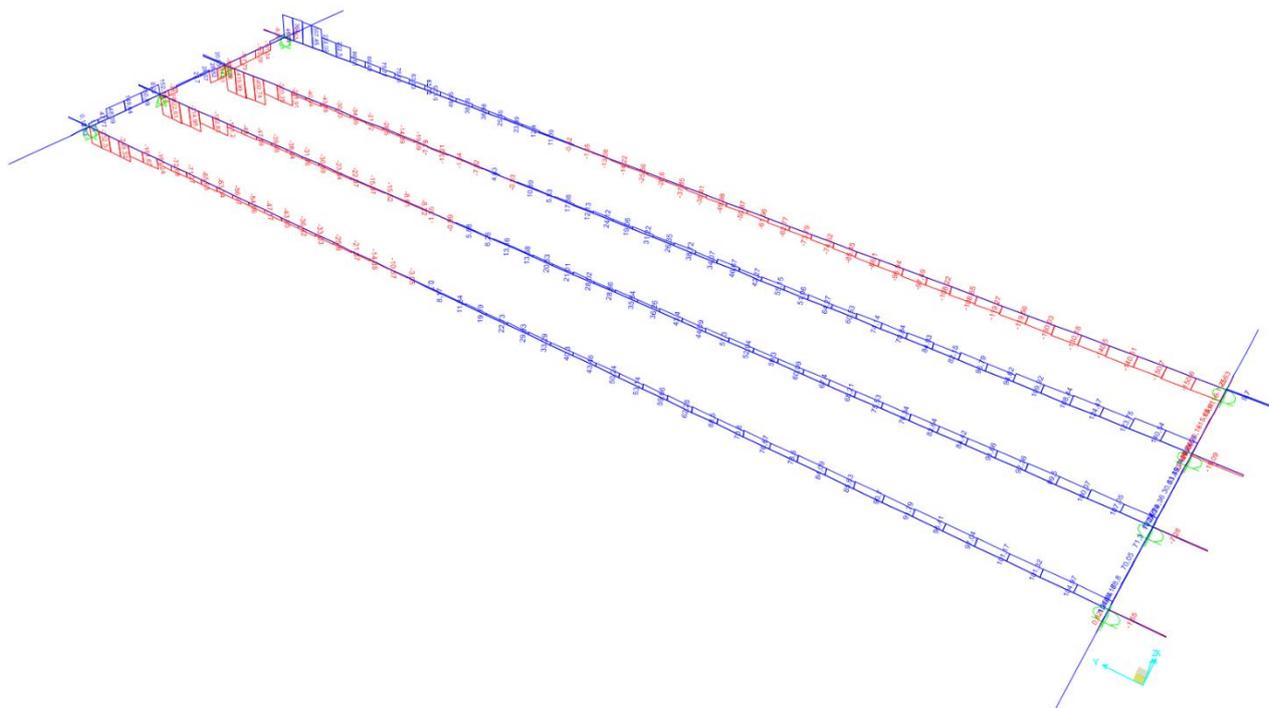


Figura 7-39 Taglio  $F_z$ , Max = 420 kN

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>57 di 116</b>

### 7.3.8 Fase 5bis: Carichi in esercizio – Trasporto TBM

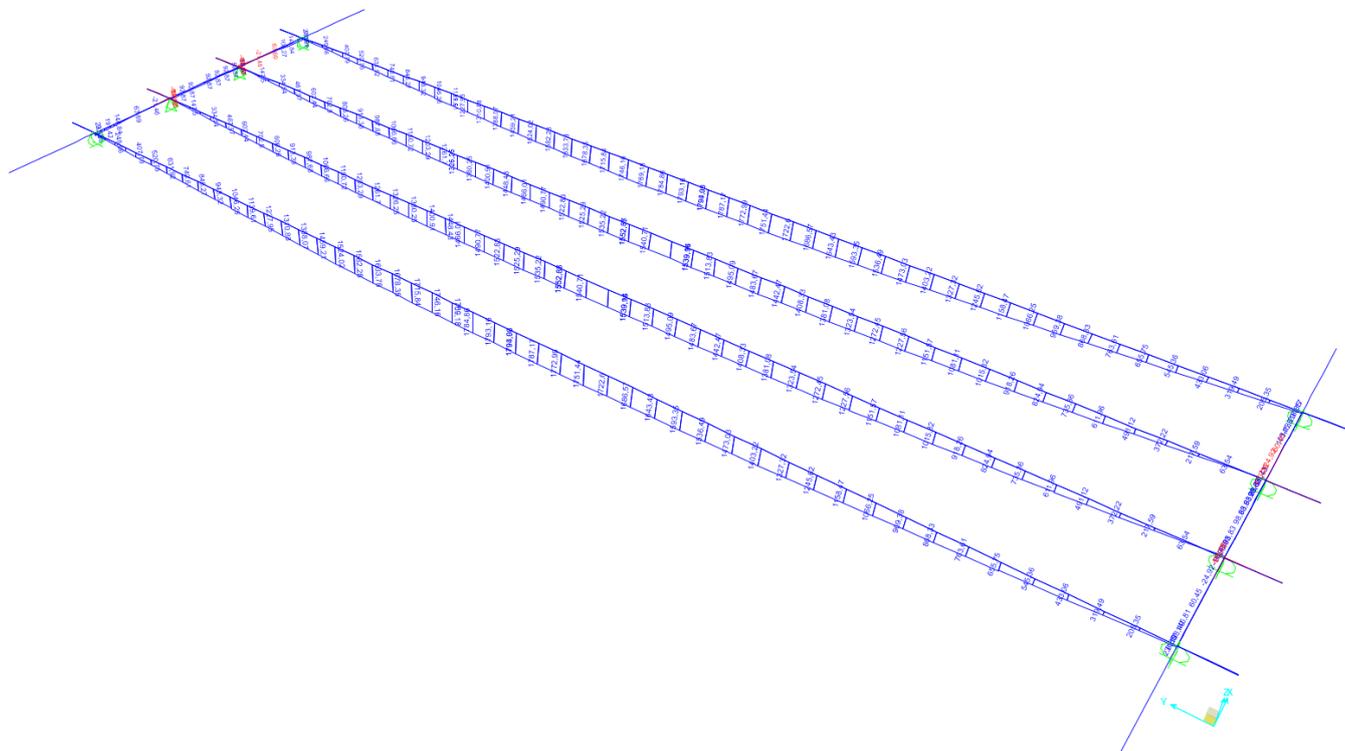


Figura 7-40 Momento Flettente My, Max = 1794 kNm

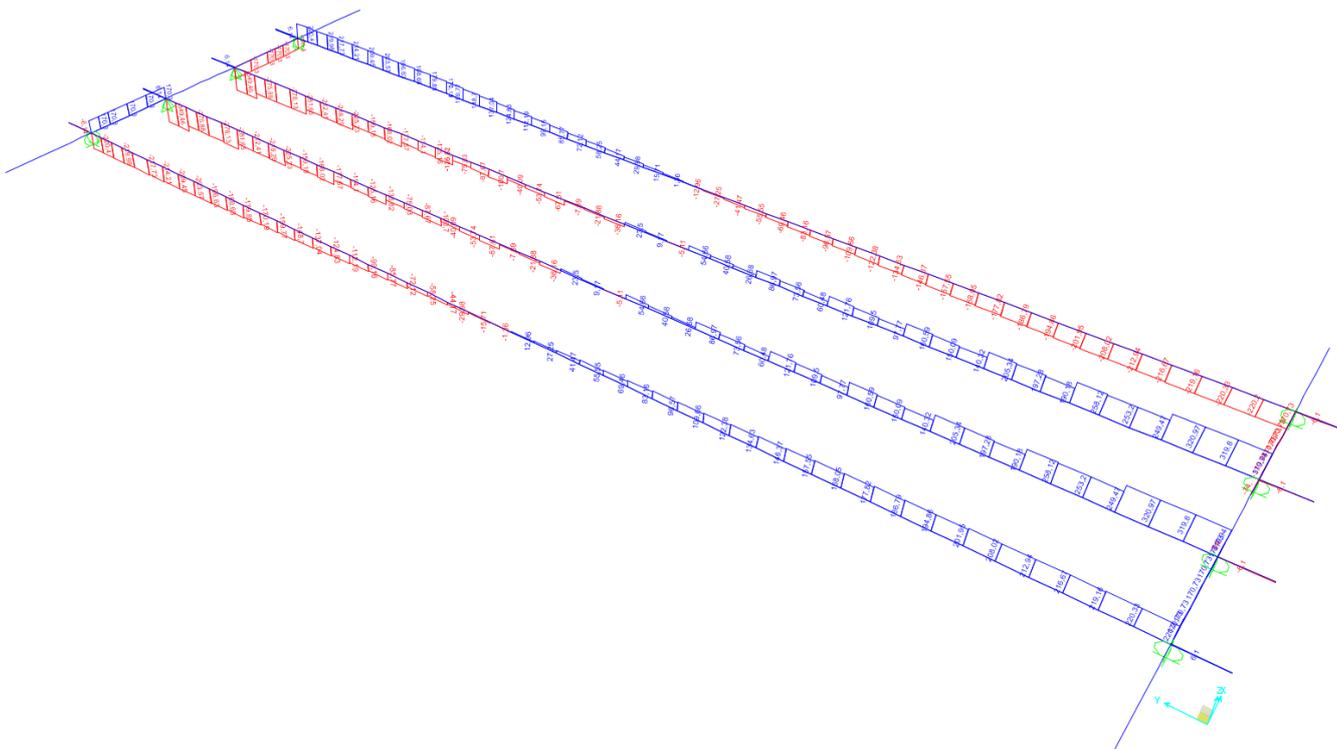
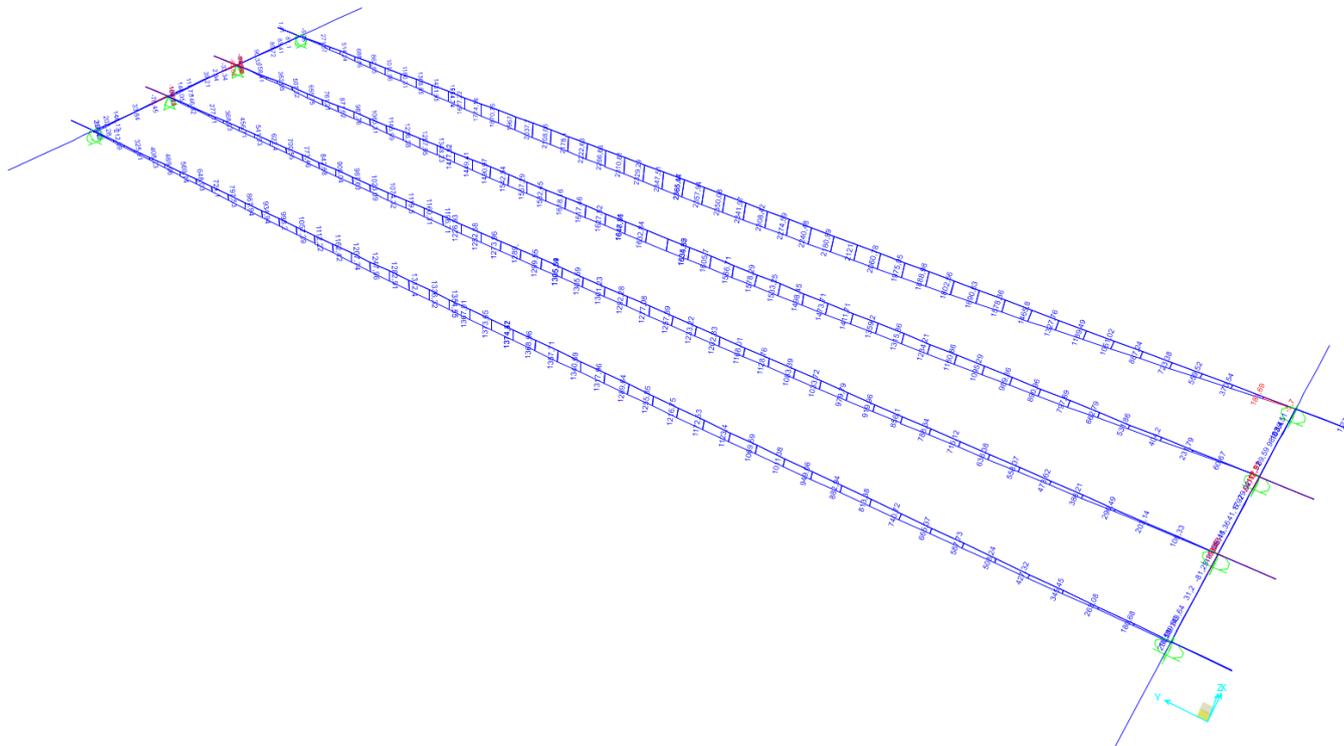
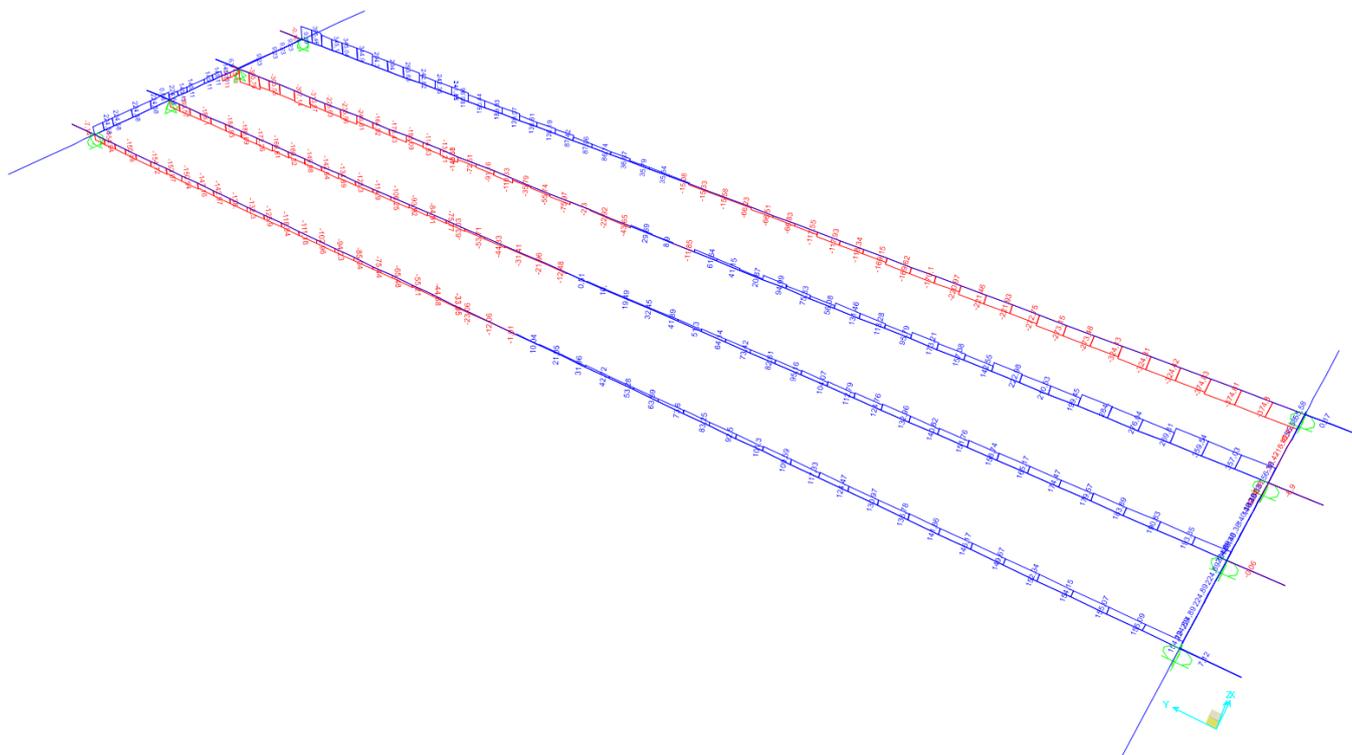


Figura 7-41 Taglio Fz, Max = 350 kN

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>58 di 116</b>



**Figura 7-42 Momento Flettente  $M_y$ , Max = 2365 kNm**



**Figura 7-43 Taglio  $F_z$ , Max = 395 kN**

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IV0100 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">59 di 116</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	IV0100 001	C	59 di 116
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	IV0100 001	C	59 di 116													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo impalcato</b>																		

Le sollecitazioni dovute ai soli carichi variabili nella condizione imposta dal passaggio della TBM (fase 5bis:  $M_{max} = 2365$  kNm,  $T_{max} = 395$  kN) risultano inferiori rispetto alla condizione in esercizio del viadotto (fase 5:  $M_{max} = 2563$  kNm,  $T_{max} = 420$  kN), di conseguenza risultano dimensionanti gli effetti derivanti dalla condizione nella fase 5.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>60 di 116</b>

### 7.3.9 SLU

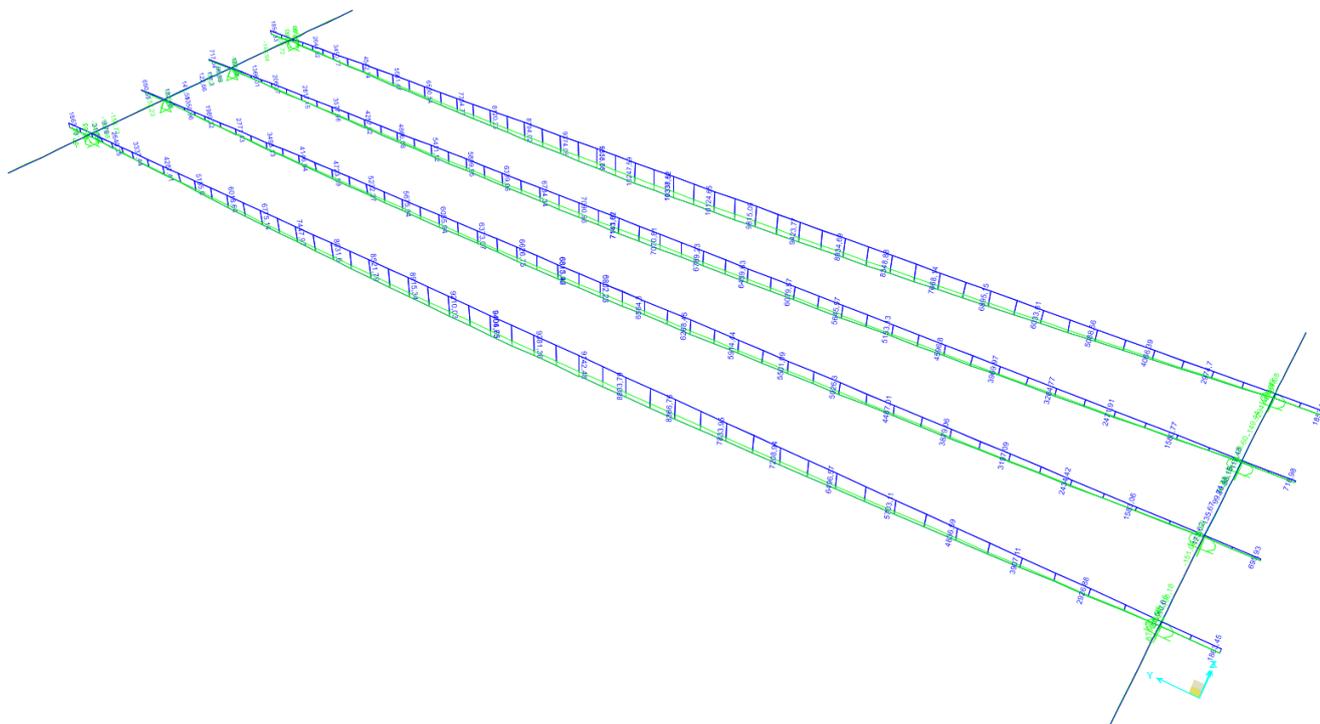


Figura 7-44 Momento Flettente My, Max = 10340 kNm

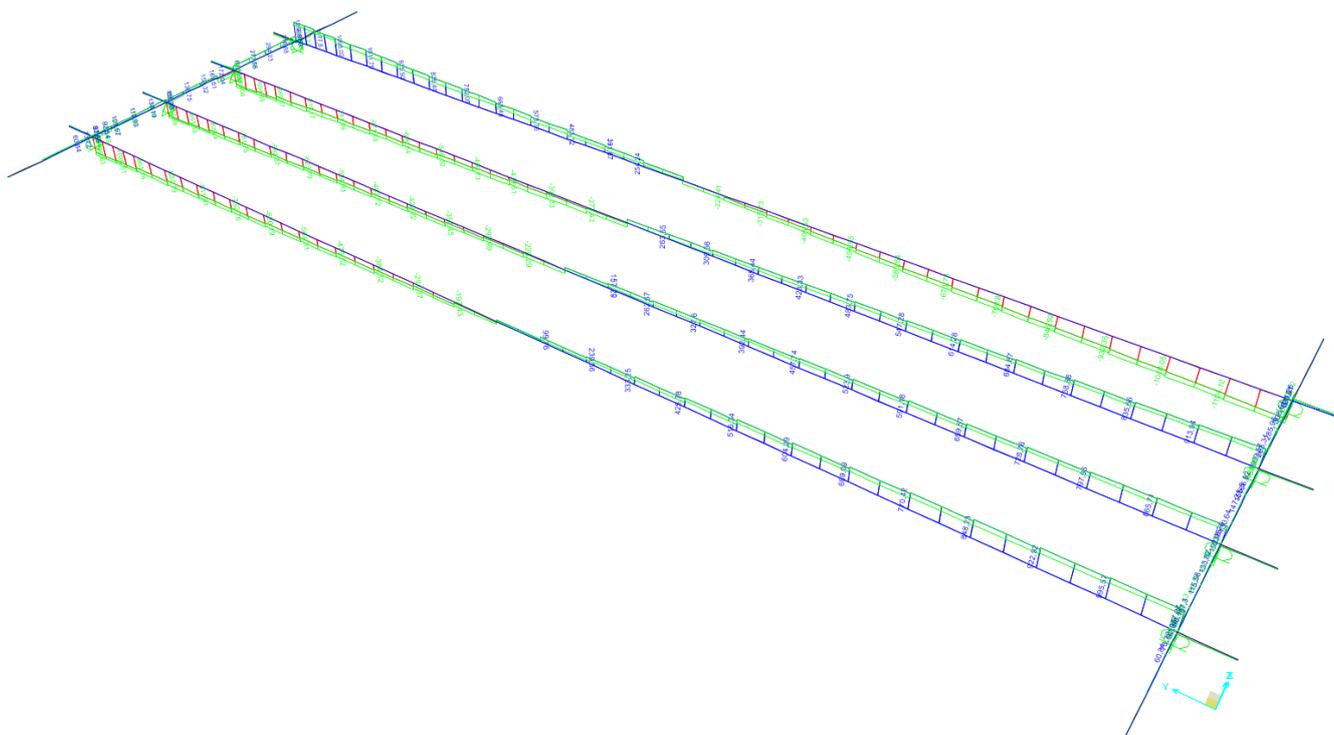


Figura 7-45 Taglio Fz, Max = 1267 kN

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>61 di 116</b>

### 7.3.10 SLE Rara

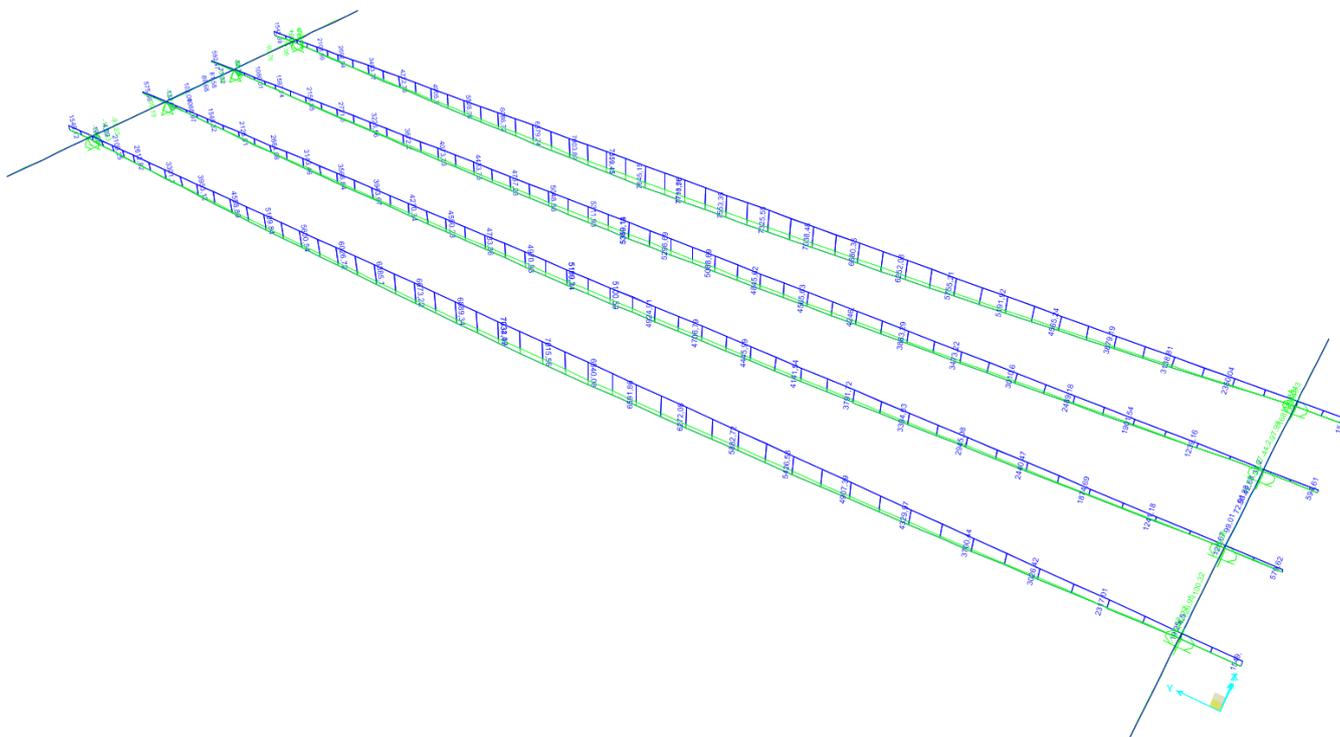


Figura 7-46 Momento Flettente  $M_y$ , Max = 7712 kNm

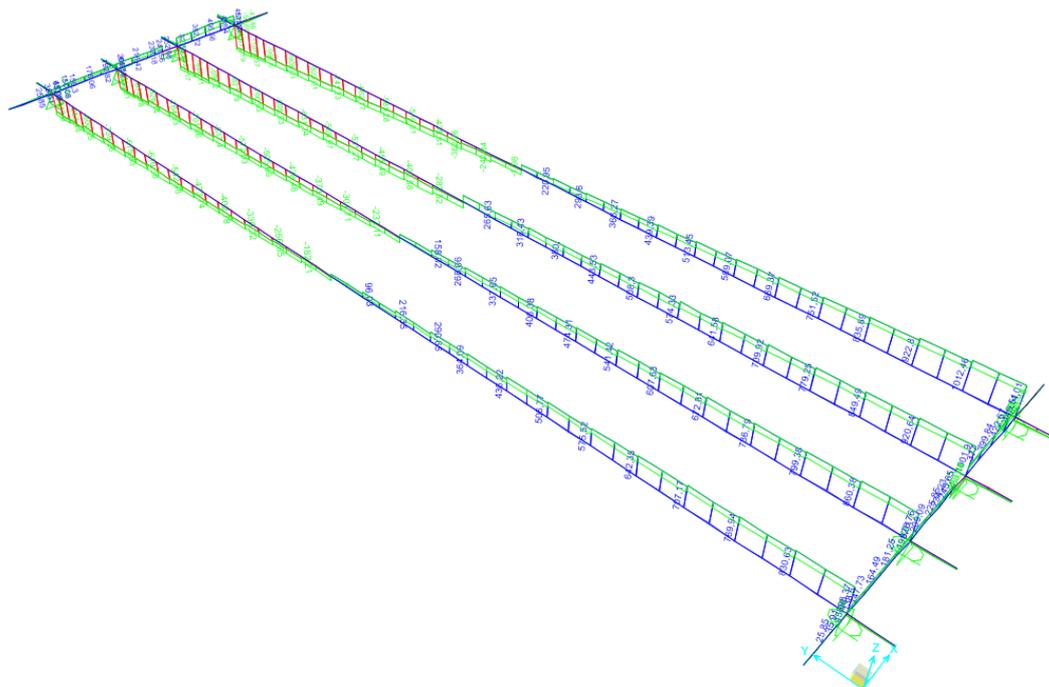


Figura 7-47 Taglio  $F_z$ , Max = 917 kN



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>63 di 116</b>

Il valore dell'inflessione dovuto ai contributi citati in precedenza è pari a: **19,5 mm**



A seguito della seguente analisi la contomonta finale risulta equivalente a:  $30,8 - 19,5 = 11,3$  mm

#### 7.4.1 Deformazione long term. SLE RARA

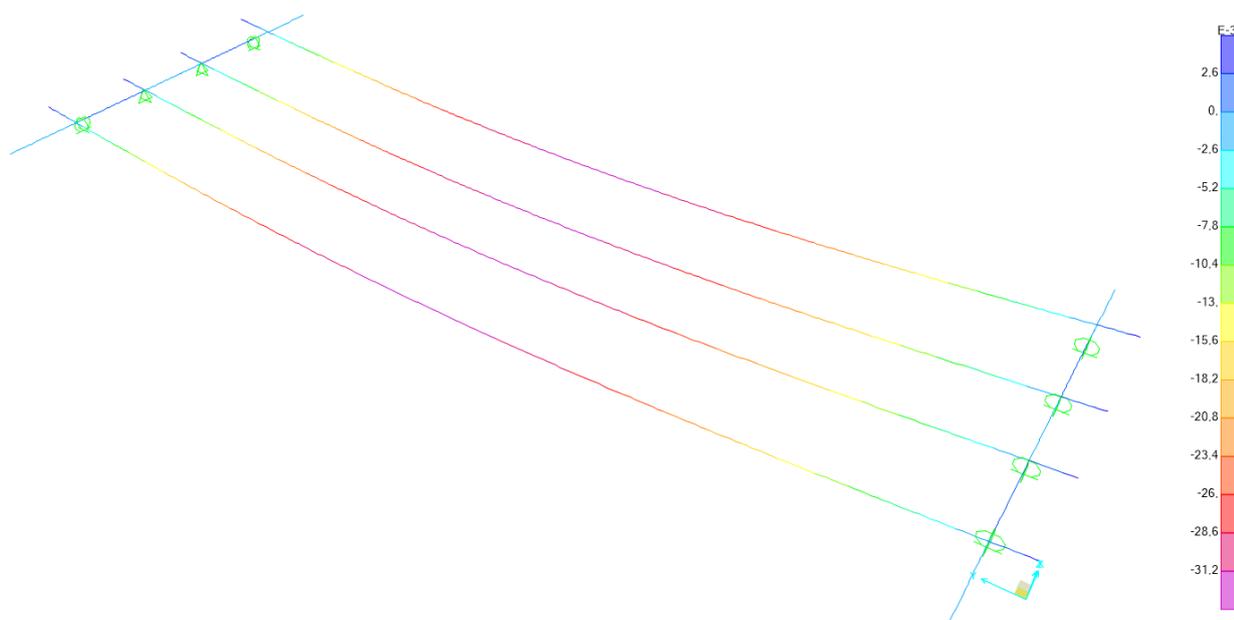


Figura 7-48 Deformazione impalcato Uz, Max = 0,032 m

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 64 di 116

Il valore della freccia dovuta allo SLE RARA viene calcolato, cautelativamente, scorporando al valore risultante dall'analisi il contributo della contromonta finale: 33 mm – 11,3 mm = **21,7 mm**

Limite max freccia L/700 = **35 mm**.

La verifica della freccia massima nelle condizioni long-term risulta soddisfatta.

#### 7.4.2 Deformazione short term. SLE RARA

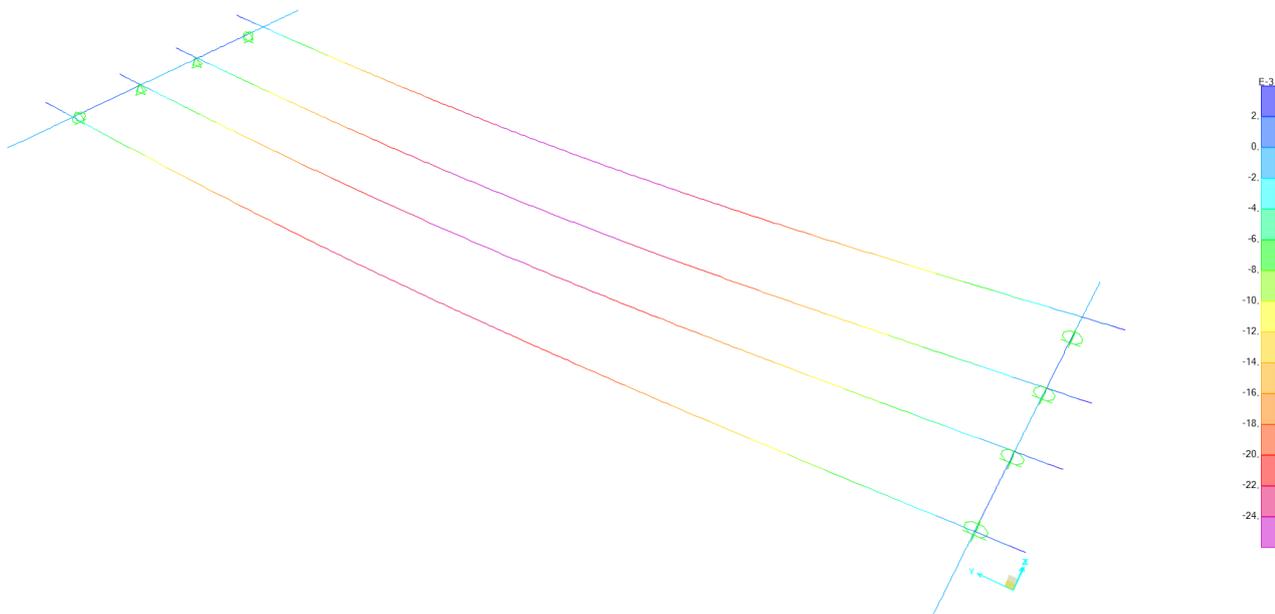


Figura 7-49 Deformazione impalcato Uz, Max = 0,024 m

Il valore della freccia dovuta allo SLE RARA viene calcolato, cautelativamente, scorporando al valore risultante dall'analisi il contributo della contromonta finale: 24 mm – 11,3 mm = **12,7 mm**

Limite max freccia L/700 = **35 mm**.

La verifica della freccia massima nelle condizioni short-term risulta soddisfatta.



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 66 di 116

### 8.1.1 Maschera precompressione

Precompressione tipo 1 – sezione corrente:

Famiglia	Numero	A <sub>trefolo</sub>	A <sub>p,i</sub>	y <sub>p,i</sub>	y <sub>p,i</sub> x A <sub>p,i</sub>	N <sub>prec</sub>
	Trefoli					
		[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm <sup>3</sup> ]	[kN]
1	2	139	278	1200	333600	389.2
2	2	139	278	1150	319700	389.2
3	0	139	0	0	0	0
4	0	139	0	0	0	0
5	0	139	0	0	0	0
6	0	139	0	0	0	0
7	0	139	0	0	0	0
8	0	139	0	0	0	0
9	0	139	0	0	0	0
10	0	139	0	0	0	0
11	0	139	0	0	0	0
12	0	139	0	0	0	0
13	0	139	0	0	0	0
14	0	139	0	0	0	0
15	0	139	0	0	0	0
16	0	139	0	0	0	0
17	17	139	2363	120	283560	3308.2
18	17	139	2363	70	165410	3308.2
19		139	0		0	0
20		139	0		0	0
21		139	0		0	0
	<b>38</b>				<b>1102270</b>	<b>7394.8</b>
<b>A<sub>p</sub> =</b>	<b>5282</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>				
<b>y<sub>G,P</sub> =</b>	<b>209</b>	<b>mm</b>				

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 67 di 116

Precompressione tipo 2 – sezione appoggio:

Famiglia	Numero	A <sub>trefolo</sub>	A <sub>P,i</sub>	y <sub>P,i</sub>	y <sub>P,i</sub> X A <sub>P,i</sub>	N <sub>prec</sub>
	Trefoli					
		[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm <sup>3</sup> ]	[kN]
1	2	139	278	1200	333600	389.2
2	2	139	278	1150	319700	389.2
3	0	139	0	0	0	0
4	0	139	0	0	0	0
5	0	139	0	0	0	0
6	0	139	0	0	0	0
7	0	139	0	0	0	0
8	0	139	0	0	0	0
9	0	139	0	0	0	0
10	0	139	0	0	0	0
11	0	139	0	0	0	0
12	0	139	0	0	0	0
13	0	139	0	0	0	0
14	0	139	0	0	0	0
15	0	139	0	0	0	0
16	0	139	0	0	0	0
17	9	139	1251	120	150120	1751.4
18	9	139	1251	70	87570	1751.4
19		139	0		0	0
20		139	0		0	0
21		139	0		0	0
	<b>22</b>				<b>890990</b>	<b>4281.2</b>
<b>A<sub>P</sub> =</b>	<b>3058</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>				
<b>y<sub>G,P</sub> =</b>	<b>291</b>	<b>mm</b>				

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001
		REV. C	FOGLIO 68 di 116		

### 8.1.2 Caratteristiche delle sezioni

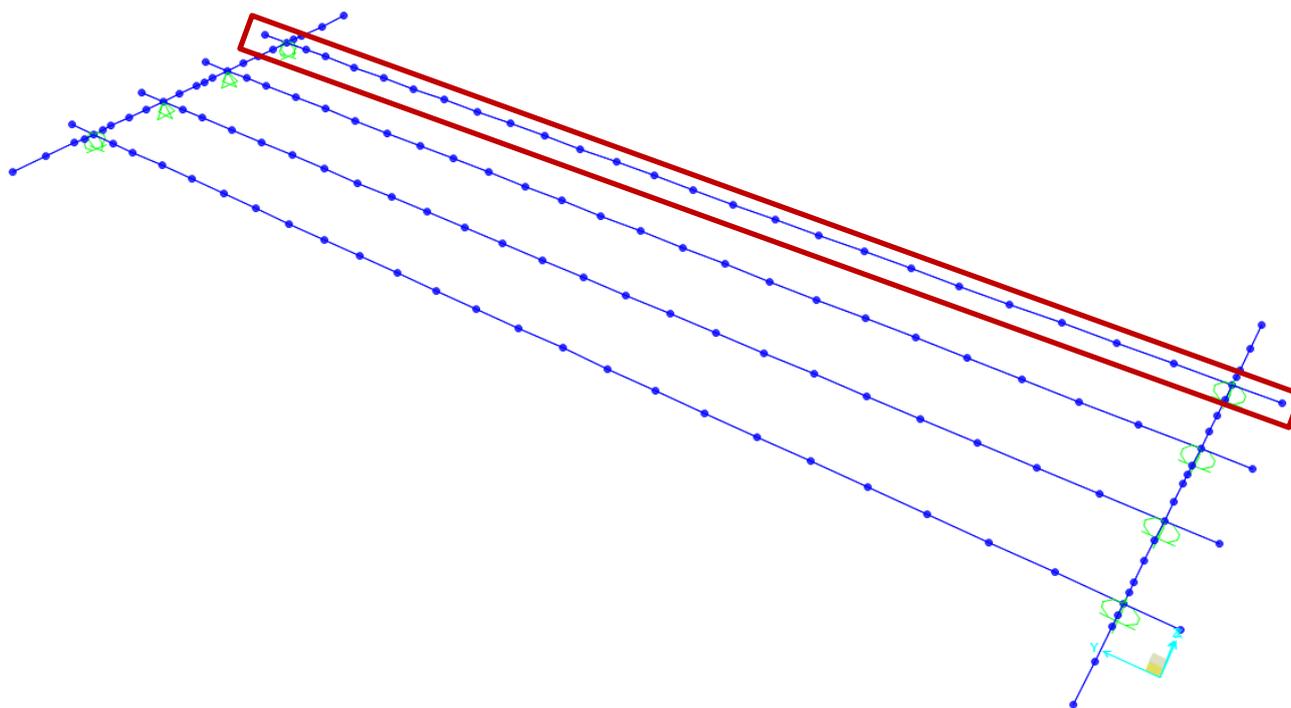
Sezione	-	1	2	
ascissa x	[m]	1,50	12,20	
Precompr.	-	Tipo 2	Tipo 1	
$n_i$		6.31	6.31	Coeff. di omogeneizzazione acciaio da precompressione iniziale
$n_f$		5.78	5.78	Coeff. di omogeneizzazione acciaio da precompressione finale
$A_{cls} =$	mm <sup>2</sup>	760898	760898	Area lorda sezione CLS
$A_p =$	mm <sup>2</sup>	3058	5282	Area armatura di precompressione
$A_i^* =$	mm <sup>2</sup>	793951	805272	Area omogeneizzata iniziale
$A_f^* =$	mm <sup>2</sup>	790652	800843	Area omogeneizzata finale
$y_{G,cls} =$	Mm	601	601	Baricentro sezione cls
$y_{G,p} =$	Mm	291	209	Baricentro armatura precompressione
$y_i^*_{G,cls} =$	Mm	593	585	Baricentro sezione cls omogeneizzata iniziale
$y_f^*_{G,cls} =$	Mm	593	586	Baricentro sezione cls omogeneizzata finale
$I_{cls} =$	mm <sup>4</sup>	1.82E+11	1.82E+11	Inerzia sezione cls
$I_i^*_{cls} =$	mm <sup>4</sup>	1.88E+11	1.89E+11	Inerzia sezione cls omogeneizzata iniziale
$I_f^*_{cls} =$	mm <sup>4</sup>	1.88E+11	3.49E+11	Inerzia sezione cls omogeneizzata finale
$H_{sez} =$	Mm	1250	1250	Altezza sezione
$y_{sup} =$	Mm	657	665	distanza del lembo sup. da $y^*_{G,cls}$
$y_{i,inf} =$	Mm	593	585	distanza del lembo inf. da $y^*_{G,cls}$
$e_i$	Mm	302	376	Eccentricità cavo risultante
$W_i^*_{sup} =$	mm <sup>3</sup>	2.87E+08	2.85E+08	Modulo di res. Lembo sup.
$W_i^*_{inf} =$	mm <sup>3</sup>	3.18E+08	3.24E+08	Modulo di res. Lembo inf.
$W_i^*_{cavi} =$	mm <sup>3</sup>	6.25E+08	5.03E+08	Modulo di res. Lembo cavi.
$y_{fsup} =$	Mm	657	664	distanza del lembo sup. da $y^*_{G,cls}$ finale
$y_{finf} =$	Mm	593	586	distanza del lembo inf. da $y^*_{G,cls}$ finale
$e_f$	Mm	302	377	Eccentricità cavo risultante finale
$W_f^*_{sup} =$	mm <sup>3</sup>	2.86E+08	5.25E+08	Modulo di res. Lembo sup. finale
$W_f^*_{inf} =$	mm <sup>3</sup>	3.17E+08	5.95E+08	Modulo di res. Lembo inf. Finale
$W_f^*_{cavi} =$	mm <sup>3</sup>	6.23E+08	9.27E+08	Modulo di res. Lembo cavi. Finale



APPALTATORE: Conorzio <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b>	Soci <b>WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria <b>ROCKSOIL S.P.A</b>	Mandanti <b>NET ENGINEERING ELETTRI-FER</b>	<b>PINI</b>	<b>GCF</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>70 di 116</b>

### 8.1.3 Fase 0b: Sollevamento trave

Si riportano di seguito, le verifiche relative alla trave esterna che risulta essere quella più sollecitata:

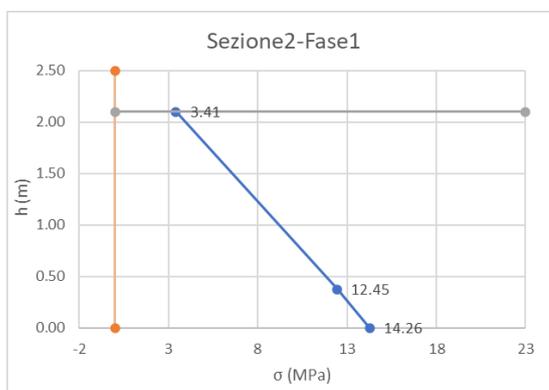
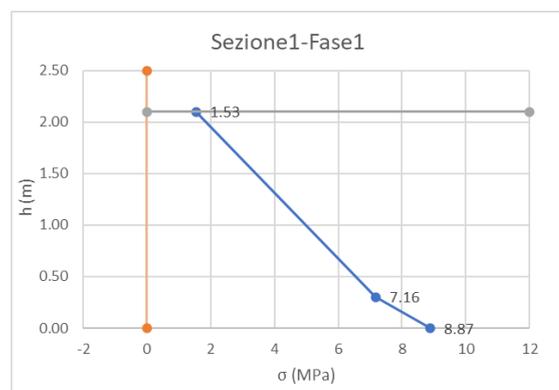


Sollecitazioni di fase 0				
$M^*_{pp}$	[kN-m]	0	817	Momento dovuto alla fase di sollevamento - $L=L_{fori}$ di sollevamento
$\Delta\sigma^*_{c,sup=}$	MPa	0.00	2.87	Variatione Tensione nel cls al lembo superiore della sezione
$\Delta\sigma^*_{c,inf=}$	MPa	0.00	-2.52	Variatione Tensione nel cls al lembo inferiore della sezione
$\sigma^*_{c,sup=}$	MPa	<b>0.89</b>	<b>2.28</b>	Tensione risultante nel cls al lembo superiore della sezione
$\sigma^*_{c,inf=}$	MPa	<b>9.46</b>	<b>15.25</b>	Tensione risultante nel cls al lembo inferiore della sezione
$\sigma^*_{c,yGp=}$	MPa	7.46	13.09	Tensione nel cls fibra cavo risultante
Sezione	-	1	2	
ascissa x	[m]	1,50	12,20	
$\Delta\sigma_{p0} =$	MPa	0.00	0.00	Perdite immediate per rientro ancoraggi
$\Delta\sigma_{p0,elast.} =$	MPa	46.96	89.44	Perdite immediate per deformazione elastica
$\sigma^*_{pi} =$	MPa	1353.04	1310.56	Tensione nel cavo a perdite iniziali avvenute
test cls sup.	-	OK	OK	$\sigma^*_{c,sup}>0$ ?
test cls inf.	-	OK	OK	$\sigma^*_{c,inf}< 0,6 \times f_{ck}$ ?
test precompr.	-	OK	OK	$\sigma^*_{pi} < \sigma_{p0,max}$ ?

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 71 di 116

### 8.1.4 Fase 1: Peso proprio

Sezione	-	1	2	
ascissa x	[m]	1,50	12,20	
$N_{prec}$	[kN]	4281.2	7394.8	Precompressione alla tesatura
$M_{prec}$	[kN-m]	-1291	-2783	Momento di Precompressione alla tesatura
C - trasferim.	-	1	1	coefficiente di trasferimento precompressione (*)
$N^*_{prec}$	[kN]	4281	7395	Parte di Precompressione trasferita alla tesatura
$M^*_{prec}$	[kN-m]	-1291	-2783	Parte di Momento di Precompressione trasferito alla tesatura
$\sigma^*_{c,sup=}$	MPa	0.89	-0.59	Tensione nel cls al lembo superiore della sezione
$\sigma^*_{c,inf=}$	MPa	9.46	17.78	Tensione nel cls al lembo inferiore della sezione
$\sigma^*_{c,yGp=}$	MPa	7.46	14.71	Tensione nel cls fibra cavo risultante
<b>Sollecitazioni di fase 1</b>				
$M^*_{pp}$	[kN-m]	185	1139	Momento dovuto al peso proprio - $L=L_{trave}$
$\Delta\sigma^*_{c,sup=}$	MPa	0.65	4.00	Variazione Tensione nel cls al lembo superiore della sezione
$\Delta\sigma^*_{c,inf=}$	MPa	-0.58	-3.52	Variazione Tensione nel cls al lembo inferiore della sezione
$\sigma^*_{c,sup=}$	MPa	<b>1.53</b>	<b>3.41</b>	Tensione risultante nel cls al lembo superiore della sezione
$\sigma^*_{c,inf=}$	MPa	<b>8.87</b>	<b>14.26</b>	Tensione risultante nel cls al lembo inferiore della sezione
$\sigma^*_{c,yGp=}$	MPa	7.16	12.45	Tensione nel cls fibra cavo risultante
Sezione	-	1	2	
ascissa x	[m]	1,50	12,20	
$\Delta\sigma_{p0} =$	MPa	0.00	0.00	Perdite immediate per rientro ancoraggi
$\Delta\sigma_{p0,elast.} =$	MPa	46.96	89.44	Perdite immediate per deformazione elastica
$\sigma^*_{pi} =$	MPa	1353.04	1310.56	Tensione nel cavo a perdite iniziali avvenute
test cls sup.	-	OK	OK	$\sigma^*_{c,sup}>0$ ?
test cls inf.	-	OK	OK	$\sigma^*_{c,inf}<0,6 \times f_{ck}$ ?
test precompr.	-	OK	OK	$\sigma^*_{pi}<\sigma_{p0,max}$ ?

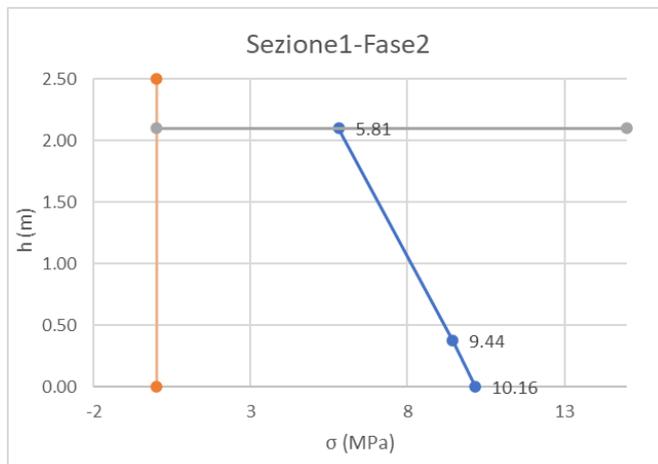
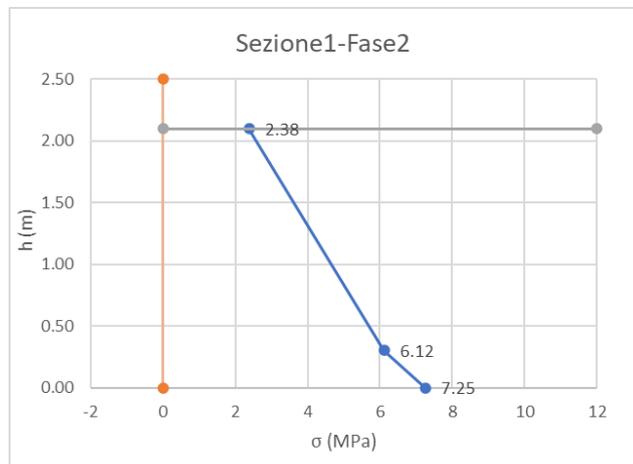


APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 72 di 116

### 8.1.5 Fase 2: Getto soletta

Sezione	-	1	2	
ascissa x	[m]	1,50	12,20	
<b>Cadute di tensione nel tempo (1° step - 50%)</b>				
$\Delta\sigma_{pr}$	MPa	35.98	35.29	Perdita per rilassamento al tempo
$\epsilon_{cs,1}$	-	0.0003	0.0003	Deformazione totale da ritiro $\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$
$\Delta\sigma_{rit}$	MPa	30.75	30.75	Perdite da ritiro acciaio aderente
$E_p$	MPa	195	195	Modulo elastico di progetto acciaio da prec.
$E_{cm}$	MPa	36283	36283	Modulo elastico di progetto cls travi
$\varphi_1(t^*, t_0)$	-	1.84	1.84	Coeff. di viscosità fase 1 (tave prefabbricata)
$\Delta\sigma_{visc}$	MPa	49.46	93.86	Perdite da fluage acciaio aderente
$A_p$	mm <sup>2</sup>	3058	5282	Area armatura di precompressione
$A_f^*$	mm <sup>2</sup>	790652	800843	Area omogeneizzata finale
$I_f^*_{cls}$	mm <sup>4</sup>	1.88E+11	3.49E+11	Inerzia sezione cls omogeneizzata finale
$e_f$	mm	302	377	Eccentricità cavo risultante finale
$\Delta N_{prec}$	[kN]	355.31	844.59	Sforzo coattivo di precompressione
$\Delta M_{prec}$	[kN-m]	-131	-365	Momento coattivo di precompressione
$\Delta\sigma^*_{c,sup}$	MPa	-0.01	0.36	Variazione Tensione nel cls al lembo superiore della sezione
$\Delta\sigma^*_{c,inf}$	MPa	0.86	1.67	Variazione Tensione nel cls al lembo inferiore della sezione
$\Delta\sigma^*_{c,yGp}$	MPa	0.66	1.45	Variazione Tensione nella fibra del cavo risultante
$\sigma^*_{c,sup}$	MPa	<b>1.54</b>	<b>3.05</b>	Tensione risultante nel cls al lembo superiore della sezione
$\sigma^*_{c,inf}$	MPa	<b>8.01</b>	<b>12.59</b>	Tensione risultante nel cls al lembo inferiore della sezione
$\sigma^*_{c,yGp}$	MPa	6.50	11.00	Tensione nel cls fibra cavo risultante
<b>Sollecitazioni di fase 2</b>				
$\Psi_2$	-	0	0	Coeff. di combinazione carico variabile
$M_Q$	[kN-m]	0	0	Momento dovuto ai carichi variabili - $L=L_{appoggi}$
$M_{soletta}$	[kN-m]	240	1449	Momento dovuto al getto della soletta
$\sigma_{p,i}$	MPa	114	1.4	$\sigma_p - \Delta\sigma_{p0}$ (tens. Alla tesatura-perdite per rientro ancoraggi)
$\Delta\sigma^*_{c,sup}$	MPa	-0.84	-2.76	Variazione Tensione nel cls al lembo superiore della sezione
$\Delta\sigma^*_{c,inf}$	MPa	-0.76	-2.43	Variazione Tensione nel cls al lembo inferiore della sezione
$\Delta\sigma^*_{c,yGp}$	MPa	-0.39	-1.56	Variazione Tensione nella fibra del cavo risultante
$\sigma_{c,sup}$	MPa	<b>2.38</b>	<b>5.81</b>	Tensione nel cls al lembo superiore della sezione
$\sigma_{c,inf}$	MPa	<b>7.25</b>	<b>10.16</b>	Tensione nel cls al lembo inferiore della sezione
$\sigma^*_{c,yGp}$	MPa	6.12	9.44	Tensione nel cls fibra cavo risultante
$\sigma_{pi}$	MPa	1236.85	1150.66	Tensione nel cavo
test cls sup.	-	OK	OK	$\sigma^*_{c,sup} > 0$ ?
test cls inf.	-	OK	OK	$\sigma^*_{c,inf} < 0,6 \times f_{ck}$ ?

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo impalcato</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>73 di 116</b>



### 8.1.6 Fase 3-4: Permanenti – Ritiro soletta

Sezione	-	1	2	
ascissa x	[m]	1,50	12,20	
$n_{cls} =$	-	1,065	1,065	Coeff. omogeneizzazione tra cls soletta e CAP
$s_{soletta} =$	mm	250	250	Spessore soletta
$b_{sol, coll.} =$	m	2	2	Larghezza collaborante soletta
$n$		5.4	5.4	Coeff. di omogeneizzazione acciaio da precompressione
$A_{cls} =$	mm <sup>2</sup>	760898	760898	Area lorda sezione CLS
$A_{cls,soletta} =$	mm <sup>2</sup>	500000	500000	Area lorda sezione CLS soletta
$A_p =$	mm <sup>2</sup>	3058	5282	Area armatura di precompressione
$A^* =$	mm <sup>2</sup>	1309874	1309874	Area omogeneizzata
$y_{G,cls+sol.} =$	mm	908	908	Baricentro sezione cls
$y_{G,p} =$	mm	291	209	Baricentro armatura precompressione
$y^*_{G,cls} =$	mm	903	903	Baricentro sezione cls omogeneizzata
$I_{cls+sol} =$	mm <sup>4</sup>	3.49E+11	3.49E+11	Inerzia sezione cls + soletta
$I^*_{cls+sol} =$	mm <sup>4</sup>	3.61E+11	3.61E+11	Inerzia sezione cls omogeneizzata
$H_{sez,tr+sol} =$	mm	1500	1500	Altezza sezione trave + soletta
$y_{sup, sol} =$	mm	597	597	distanza del lembo sup. della soletta da $y^*_{G,cls}$
$y_{inf, sol} =$	mm	347	347	distanza del lembo inf. della soletta da $y^*_{G,cls}$
$y_{sup, trave} =$	mm	347	347	distanza del lembo sup. della trave da $y^*_{G,cls}$
$y_{inf, trave} =$	mm	903	903	distanza del lembo inf. della trave da $y^*_{G,cls}$
$e$	mm	612	694	eccentricità cavo risultante
$W^*_{sup, sol} =$	mm <sup>3</sup>	6.04E+08	6.04E+08	Modulo di res. Lembo sup. soletta
$W^*_{inf, sol} =$	mm <sup>3</sup>	1.04E+09	1.04E+09	Modulo di res. Lembo inf. soletta
$W^*_{sup, trave} =$	mm <sup>3</sup>	1.04E+09	1.04E+09	Modulo di res. Lembo sup. trave
$W^*_{inf, trave} =$	mm <sup>3</sup>	4.00E+08	4.00E+08	Modulo di res. Lembo inf. trave
$W^*_f cavi =$	mm <sup>3</sup>	5.90E+08	5.20E+08	Modulo di res. Lembo cavi. Finale

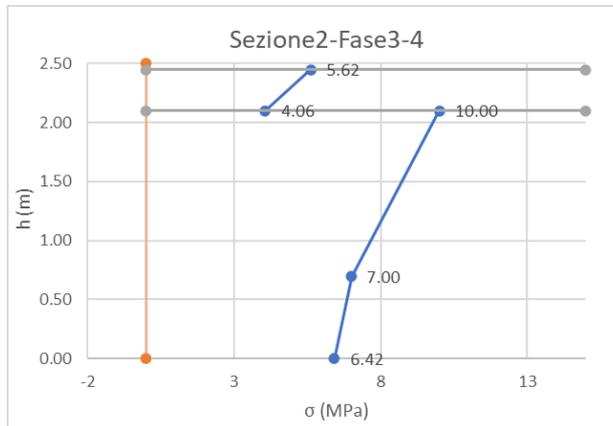
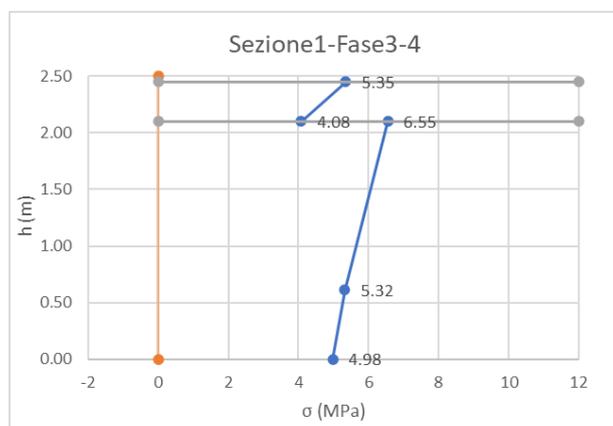
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 74 di 116

$E_p =$	MPa	195	195	Modulo elastico di progetto acciaio da prec.
<b>Cadute di tensione nel tempo (2° step - 50%)</b>				
$\Delta\sigma_{pr}$	MPa	36.57	38.1	Perdita per rilassamento al tempo
$\epsilon_{cs,1} =$	-	0.0003	0.0003	Deformazione totale da ritiro $\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$
$\Delta\sigma_{rit}$	MPa	30.75	30.75	Perdite da ritiro acciaio aderente
$E_p =$	MPa	195	195	Modulo elastico di progetto acciaio da prec.
$E_{cm} =$	MPa	36283	36283	Modulo elastico di progetto cls travi
$\varphi_1(t^*, t_0)$	-	2.25	2.25	Coeff. di viscosità fase 2 (soletta)
$\Delta\sigma_{visc}$	MPa	41.71	56.47	Perdite da fluage acciaio aderente
$A_p =$	mm <sup>2</sup>	3058	5282	Area armatura di precompressione
$A_f^* =$	mm <sup>2</sup>	1309874	1309874	Area omogeneizzata finale
$I_f^*_{cls} =$	mm <sup>4</sup>	3.61E+11	3.61E+11	Inerzia sezione cls omogeneizzata finale
$e_f$	mm	612	694	Eccentricità cavo risultante finale
$\Delta N_{prec}$	[kN]	333.41	661.94	Sforzo coattivo di precompressione
$\Delta M_{prec}$	[kN-m]	-220	-460	Momento coattivo di precompressione
$\Delta\sigma^*_{c,sup,sol} =$	MPa	-0.11	-0.26	Variazione Tensione nel cls al lembo superiore della soletta
$\Delta\sigma^*_{c,inf,sol} =$	MPa	0.04	0.06	Variazione Tensione nel cls al lembo inferiore della soletta
$\Delta\sigma^*_{c,sup,tr} =$	MPa	0.04	0.06	Variazione Tensione nel cls al lembo superiore della trave
$\Delta\sigma^*_{c,inf,tr} =$	MPa	0.80	1.66	Variazione Tensione nel cls al lembo inferiore della trave
$\Delta\sigma^*_{c,yGp} =$	MPa	0.63	1.39	Variazione Tensione nella fibra del cavo risultante
$\sigma^*_{c,sup,sol} =$	MPa	<b>-0.11</b>	<b>-0.26</b>	Tensione risultante nel cls al lembo superiore della soletta
$\sigma^*_{c,inf,sol} =$	MPa	<b>0.04</b>	<b>0.06</b>	Tensione risultante nel cls al lembo inferiore della soletta
$\sigma^*_{c,sup,tr} =$	MPa	<b>2.43</b>	<b>5.87</b>	Tensione risultante nel cls al lembo superiore della trave
$\sigma^*_{c,inf,tr} =$	MPa	<b>6.45</b>	<b>8.50</b>	Tensione risultante nel cls al lembo inferiore della trave
$\sigma^*_{c,yGp} =$	MPa	5.49	8.05	Tensione nel cls fibra cavo risultante
$\sigma_{pi} =$	MPa	1127.82	1025.34	Tensione nel cavo a cadute avvenute
<b>Sollecitazioni di fase 3</b>				
$\Psi_2$	-	0	0	Coeff. di combinazione carico variabile
Sezione	-	2	4	
ascissa x	[m]	1,50	12,20	
$M_Q$	[kN-m]	0	0	Momento dovuto ai carichi variabili - $L=L_{appoggi}$
$M_{Permanenti}$	[kN-m]	117.3	527	Momento dovuto ai carichi permanenti portati
$\Delta\sigma_{c,sup,Sol} =$	MPa	0.19	0.87	Variazione di tensione Lembo sup. soletta
$\Delta\sigma_{c,inf,Sol} =$	MPa	0.11	0.51	Variazione di tensione Lembo inf. soletta
$\Delta\sigma_{c,sup,Trave} =$	MPa	0.11	0.51	Variazione di tensione Lembo sup. trave
$\Delta\sigma_{c,inf,Trave} =$	MPa	0.29	1.32	Variazione di tensione Lembo inf. trave
$\Delta\sigma_{c,yGp} =$	MPa	0.20	1.01	Variazione di tensione fibra corrisp. al cavo
$\sigma^*_{c,sup,sol} =$	MPa	<b>0.30</b>	<b>1.13</b>	Tensione risultante nel cls al lembo superiore della soletta
$\sigma^*_{c,inf,sol} =$	MPa	<b>0.07</b>	<b>0.44</b>	Tensione risultante nel cls al lembo inferiore della soletta

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo impalcato</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b> FOGLIO <b>75 di 116</b>

$\sigma^*_{c,sup,tr} =$	MPa	<b>2.54</b>	<b>6.38</b>	Tensione risultante nel cls al lembo superiore della trave
$\sigma^*_{c,inf,tr} =$	MPa	<b>6.16</b>	<b>7.18</b>	Tensione risultante nel cls al lembo inferiore della trave
$\sigma^*_{c,yGp} =$	MPa	5.29	7.03	Tensione nel cls fibra cavo risultante
<b>Ritiro differenziale Trave-soletta - fase4</b>				
$\epsilon_{cs} =$	-	0	0	Residuo Deformazione totale da ritiro $\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$ nella trave ancora da scontare
$\epsilon_{cs,soletta} =$		0,000309	0,000309	Deformazione totale da ritiro $\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$ nella soletta
$\Delta\epsilon_{cs,soletta} =$		0,000309	0,000309	Ritiro differenziale Soletta-Trave
$E_{cm} =$	MPa	36.283	36.283	Modulo elastico di progetto cls travi
$E_{cm,soletta} =$	MPa	33.346	33.346	Modulo elastico di progetto cls soletta
$\eta_{cls} =$	-	1.065	1.065	Coeff. omogeneizzazione tra cls soletta e CAP
$E'_{cm,soletta} =$	MPa	12,170	12,170	Modulo elastico di progetto cls soletta(eff.viscosi)
$N_{Ritiro\ differenziale}$	[kN]	3366	3150	Sforzo assiale da ritiro differenziale Soletta-Trave
$M_{Ritiro\ differenziale}$	[kN-m]	1498	1264	Momento dovuto al ritiro differenziale Soletta-Trave
$\Delta\sigma_{c,sup,Sol} =$	MPa	5.05	4.50	Variazione di tensione Lembo sup. soletta
$\Delta\sigma_{c,inf,Sol} =$	MPa	4.01	3.62	Variazione di tensione Lembo inf. soletta
$\Delta\sigma_{c,sup,Trave} =$	MPa	4.01	3.62	Variazione di tensione Lembo sup. trave
$\Delta\sigma_{c,inf,Trave} =$	MPa	-1.18	-0.76	Variazione di tensione Lembo inf. trave
$\Delta\sigma_{c,yGp} =$	MPa	0.03	-0.03	Variazione di tensione fibra corrisp. al cavo
$\sigma^*_{c,sup,sol} =$	MPa	<b>5.35</b>	<b>5.62</b>	Tensione risultante nel cls al lembo superiore della soletta
$\sigma^*_{c,inf,sol} =$	MPa	<b>4.08</b>	<b>4.06</b>	Tensione risultante nel cls al lembo inferiore della soletta
$\sigma^*_{c,sup,tr} =$	MPa	<b>6.55</b>	<b>10.00</b>	Tensione risultante nel cls al lembo superiore della trave
$\sigma^*_{c,inf,tr} =$	MPa	<b>4.98</b>	<b>6.42</b>	Tensione risultante nel cls al lembo inferiore della trave
$\sigma^*_{c,yGp} =$	MPa	5.32	7.00	Tensione nel cls fibra cavo risultante
$\sigma_{pi} =$	MPa	1127.82	1025.34	Tensione nel cavo a cadute avvenute
Sezione	-	2	4	
ascissa x	[m]	2,55	12,15	
test cls sup.soletta	-	OK	OK	$\sigma^*_c < 0,4 \times f_{ck} ?$
test cls inf.soletta	-	OK	OK	$\sigma^*_c < 0,4 \times f_{ck} ?$
test cls sup.	-	OK	OK	$\sigma^*_c < 0,4 \times f_{ck} ?$
test cls inf.compr.	-	OK	OK	$\sigma^*_c < 0,4 \times f_{ck} ?$
test cls inf.trazione	-	OK	OK	$\sigma^*_c > 0 ?$
test precompr.	-	OK	OK	$\sigma^*_p < \sigma_{p0,max} ?$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo impalcato</b>	COMMESSA <b>IF3A</b> LOTTO <b>02</b> CODIFICA <b>E ZZ CL</b> DOCUMENTO <b>IV0100 001</b> REV. <b>C</b> FOGLIO <b>76 di 116</b>

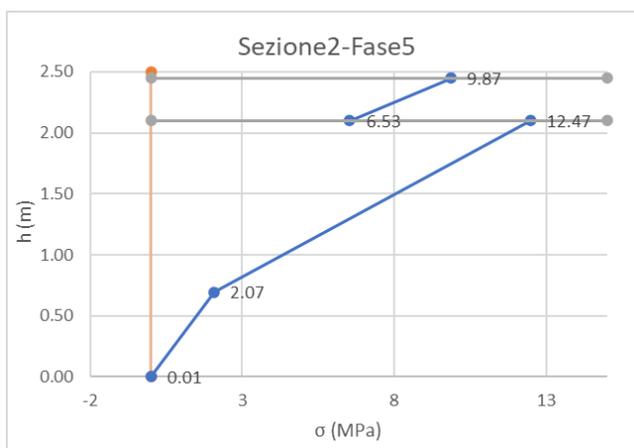
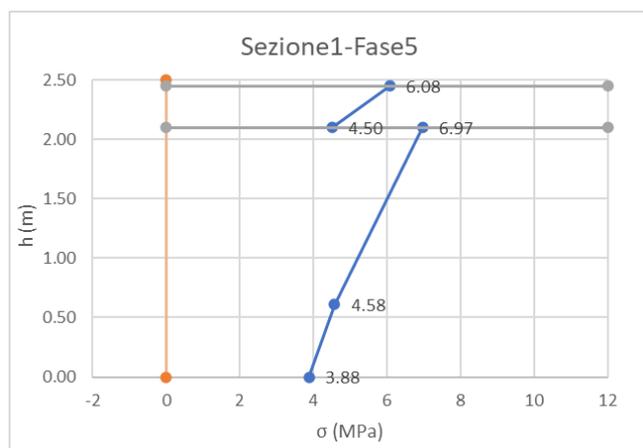


### 8.1.7 Fase 5: Carichi in esercizio

Sezione	-	1	2	
ascissa x	[m]	1,50	12,20	
<b>Sollecitazioni di fase 5</b>				
$\Psi_2$	-	1	1	Coeff. di combinazione carico variabile
$M_Q$	[kN-m]	439	2564	Momento dovuto ai carichi variabili - $L=L_{appoggi}$
$M_{Permanenti}$	[kN-m]	0	0	Momento dovuto ai carichi permanenti
<b>Tensioni totali di Fase 5</b>				
$\Delta\sigma_{c,sup, Sol}$	MPa	0.73	4.24	Variazione di tensione Lembo sup. soletta
$\Delta\sigma_{c,inf, Sol}$	MPa	0.42	2.47	Variazione di tensione Lembo inf. soletta
$\Delta\sigma_{c,sup, Trave}$	MPa	0.42	2.47	Variazione di tensione Lembo sup. trave
$\Delta\sigma_{c,inf, Trave}$	MPa	1.10	6.42	Variazione di tensione Lembo inf. trave
$\Delta\sigma_{c,yGp}$	MPa	0.74	4.93	Variazione di tensione fibra corrisp. al cavo
$\sigma_{c,sup, Sol}$	MPa	<b>6.08</b>	<b>9.87</b>	tensione Lembo sup. soletta
$\sigma_{c,inf, Sol}$	MPa	<b>4.50</b>	<b>6.53</b>	tensione Lembo inf. soletta
$\sigma_{c,sup, Trave}$	MPa	<b>6.97</b>	<b>12.47</b>	tensione Lembo sup. trave
$\sigma_{c,inf, Trave}$	MPa	<b>3.88</b>	<b>0.01</b>	tensione Lembo inf. trave
$\sigma_{c,yGp}$	MPa	4.58	2.07	tensione fibra corrisp. al cavo
Test cls				
sup.soletta	-	OK	OK	$\sigma^*_c < 0,4 \times f_{ck} ?$
inf.soletta	-	OK	OK	$\sigma^*_c < 0,4 \times f_{ck} ?$
test cls sup.	-	OK	OK	$\sigma^*_c < 0,4 \times f_{ck} ?$
inf.compr.	-	OK	OK	$\sigma^*_c < 0,4 \times f_{ck} ?$
inf.trazione	-	OK	OK	$\sigma^*_c > 0 ?$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo impalcato</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>77 di 116</b>

test	-	OK	OK	$\sigma^*_p < \sigma_{p0,max} ?$
precompr.				



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo impalcato</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>IV0100 001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>78 di 116</b>

## 8.2 VERIFICHE A FESSURAZIONE

Le combinazioni SLE Frequenti presentano sollecitazioni inferiori a quelle delle combinazioni Rare analizzate nelle verifiche tensionali sopra riportate.

Secondo il §4.1.2.2.4 delle Norme Tecniche lo stato limite di formazione delle fessure si ha quando la tensione massima di trazione della sezione supera

$$\frac{f_{ctm}}{1,2} = 3,16 \text{ MPa}$$

Si ha quindi che le combinazioni frequenti non portano mai alla formazione di fessure in quanto già nelle combinazioni RARE la tensione massima non supera il valore sopra riportato.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 79 di 116

### 8.3 VERIFICA DELL'ARMATURA ORDINARIA NELLE TESTATE DELLE TRAVI

#### Lunghezza di trasferimento:

La lunghezza di introduzione  $L_e$  è la distanza necessaria affinché le tensioni del calcestruzzo si diffondano gradualmente fino ad avere una distribuzione lineare sulla sezione.

La lunghezza di trasferimento  $L_u$  è invece la distanza oltre la quale la forza di precompressione di un'armatura pretesa è completamente trasmessa al calcestruzzo.

Per cui nella zona tra la testata e la distanza  $L_u$  la precompressione non è ancora efficace, mentre nella zona tra la distanza  $L_u$  e la distanza  $L_e$  la precompressione è efficace al 100%.

Tali distanze sono funzioni del diametro massimo del trefolo di precompressione e della geometria della sezione.

$A_{\text{trefolo}}$	1.39	cm <sup>2</sup>	area massima del trefolo
$\phi$	1.52	cm	diametro massimo del trefolo
H	125.00	cm	altezza trave
$H_b$	20.00	cm	altezza bulbo sezione $L_e$
$H_0$	105.00	cm	altezza anima trave sezione $L_e$
$L_u$	106	cm	lunghezza di trasferimento ( $70 \phi$ )
$L_e$	158.2	cm	lunghezza di introduzione ( $35 \phi + H_0$ )

#### 8.3.1 Controllo del fenomeno di “bursting” (fenditura)

Le tensioni di fenditura si sviluppano nel tratto di trasmissione, per una lunghezza di circa 1.0 m, nel fascio di piani che ha come asse il trefolo e valgono complessivamente:

$$Z_s = 0.25 * Z_v$$

dove con  $Z_v$  si indica lo sforzo risultante nei trefoli (pari alle sezioni degli stessi per la tensione efficace al taglio: tensione al taglio – caduta per accorciamento elastico) quindi:

$$Z_s = 0.25 * \left[ n^{\circ} * A_{tr} * \frac{f_{y0} - \sigma_{el}}{1000} \right] = \left[ 24 * 139 * \frac{1400 - 46.96}{1000} \right] = 0.25 * 4513 \text{ kN} = \mathbf{1128 \text{ kN}}$$

Si è considerata cautelativamente la trave che presenta le sollecitazioni tagliati di entità maggiore e la maschera con più trefoli: T Esterna, per l'area dei trefoli si è considerata solo quella presente nel bulbo.

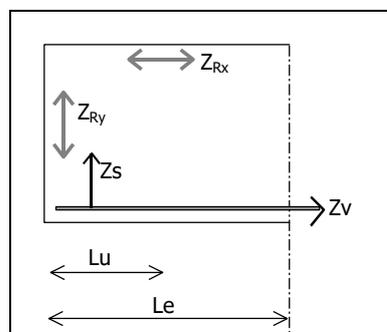


Figura 8-2 Andamento delle tensioni all'estremità di una trave: forze di trazione a fenditura e di trazione al bordo nel campo di trasferimento

Ipotizzando come armatura di frettaggio  $\phi 12/10$  (Pos.18) +  $2x(9) \phi 12/10$  (Pos.20) disposti per 1.0 m nel tratto di testata ( $A_{\text{tot}} = 2260$  (pos.18) +  $4521$  (pos.20) mm<sup>2</sup>) si ha che l'azione resistente corrispondente a tale armatura è:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 80 di 116

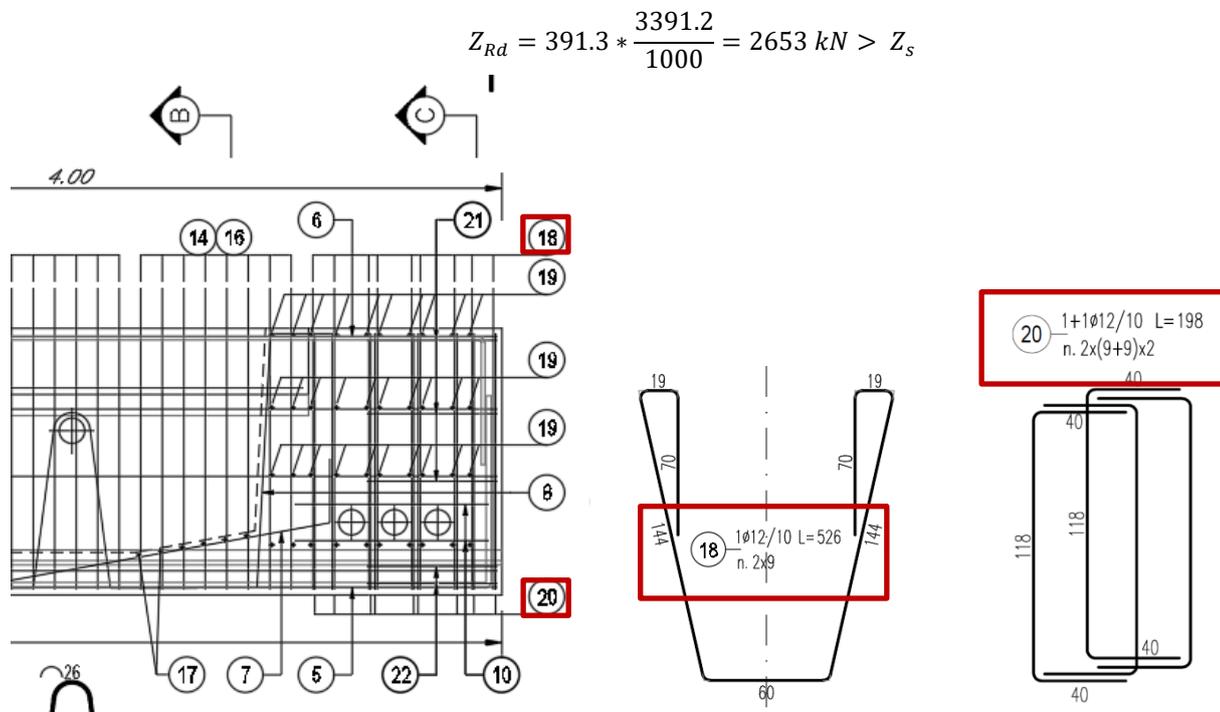


Figura 8-3 Le staffe in posizione 18 e 20 controllano il fenomeno di “bursting” nella zona di testata

### 8.3.2 Controllo del fenomeno di “spalling”

Tale fenomeno consiste nel manifestarsi di forze di trazione agenti in prossimità della testata della trave.

Le azioni orizzontali  $Z_{Rx}$  (vedi figura 8.12) dipendono dalla distribuzione di tensioni normali che si ha nella trave a partire dalla lunghezza di introduzione ( $L_e$ ). Nel tratto compreso fra la sezione in asse appoggi e la distanza dalla testata pari alla lunghezza di introduzione esse sono compensate dalle tensioni normali di compressione indotte, a livello della fibra superiore, dall'azione del peso proprio.

Nel tratto invece compreso fra la testata e l'asse appoggi esse dipendono dall'azione della sola precompressione e precisamente si ha una compressione pari a 0.89 MPa a livello della fibra superiore.

Per quanto riguarda invece le trazioni in direzione verticale  $Z_{Ry}$  si riporta in figura seguente il diagramma ricavato dal testo di Leonhardt.

Assumendo l'eccentricità di precompressione in corrispondenza della sezione di appoggio:

$$e = 0.58 - 0.095 = 0.485 \text{ m}$$

Essendo:

$$\frac{e}{H} = 0.388, \text{ con } (H = 1.25 \text{ m})$$

Si ottiene:

$$Z_{Ry} = \frac{0.015 * [n^o * A_{tr} * \frac{f_{yo} - \sigma_{el}}{1 - \sqrt{2 * 0.388}}]}{1000} = \frac{0.015 * [24 * 139 * \frac{1400 - 46.96}{1 - \sqrt{2 * 0.388}}]}{1000} = 564.2 \text{ kN}$$



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 82 di 116

Per il calcolo dello scorrimento S con riferimento alla figura che segue si è scritto l'equazione di equilibrio alla traslazione in direzione longitudinale dei due conci ottenuti isolando la testata della trave in corrispondenza di una sezione ubicata ad una distanza dalla testata pari alla lunghezza di introduzione  $L_e$ . Le risultanti della precompressione  $F_i$  e  $F_s$  nel bulbo inferiore e nelle anime sono prese nella loro interezza in quanto la sezione in esame è situata ad una distanza dalla testata maggiore di  $L_u$ .

Indicando con  $R_{cA}$  e  $R_{cB}$  le risultanti delle tensioni normali nel calcestruzzo nei due conci è possibile scrivere l'equazione di equilibrio e determinare la forza di scorrimento S. Il diagramma delle tensioni normali riportato nel tabulato seguente considera l'azione della sola precompressione (escluso cioè l'azione del peso proprio).

$$S = T * \frac{I_x}{S_x * b} = 1261 * \frac{3.61 \times 10^{11}}{1.19 \times 10^9 * 1400} = 273 \text{ kN}$$

Dove:

$I_x$ = momento d'inerzia d'inerzia della sezione di trave+soletta

$S_x$ = momento statico della sezione al baricentro dei cavi di precompressione

b = lunghezza della corda

$$T = 0.67 * 273 = 183 \text{ kN}$$

### 8.3.4 Armatura per "Spalling" e "Spreading"

Come precedentemente determinato:

"spalling"  $Z_{RY} = 564.2 \text{ kN}$  nel tratto di 0.5 m tra la testata e la sezione di appoggio

"spreading"  $T = 183 \text{ kN}$  nel tratto  $L_e$  pari a 1.5 m circa dalla testata

- Nel tratto compreso tra la testata e la sezione di appoggio agisce quindi un'azione pari a:

$$Z_{ry} + \left( T * \frac{0.5}{1.5} \right) = 625.2 \text{ kN}$$

Disponendo in tale zona un'armatura costituita da 10 staffe  $\phi 12$  ( $A_{tot} = 2260.8 \text{ mm}^2$ ).

L'azione resistente corrispondente a tale armatura è:

$$T_{rd} = f_{yd} * A_{tot} = 391.3 * 2260.8 = 884 \text{ kN}$$

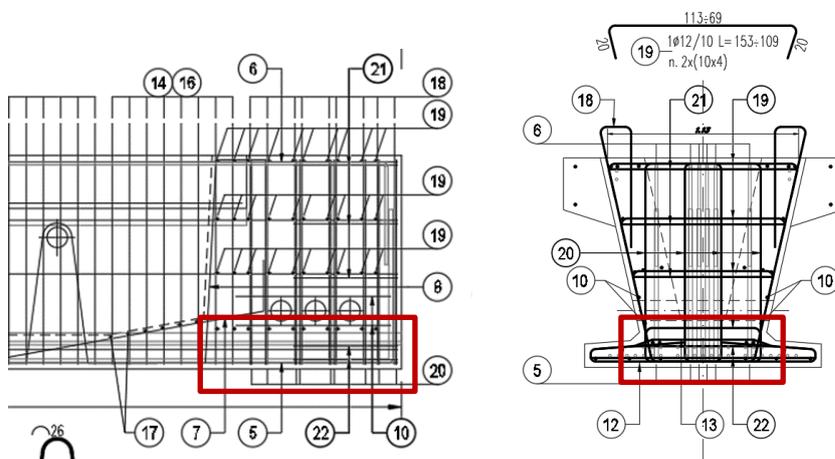


Figura 8-5 Le staffe: 19 controllano il fenomeno combinato di spalling e spreading nel tratto tra testata ed appoggio

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 83 di 116

- Nel tratto compreso tra la sezione di appoggio e la sezione Le agisce un'azione pari a:

$$T * (1.5 - 0.5) / 1.5 = 122 \text{ kN}$$

Disponendo in tale zona un'armatura costituita da n°10 staffe Ø12 (Atot = 1130.4 mm²).

L'azione resistente corrispondente a tale armatura è:

$$T_{rd} = f_{yd} * A_{tot} = 391.3 * 1130.4 = 442 \text{ kN}$$

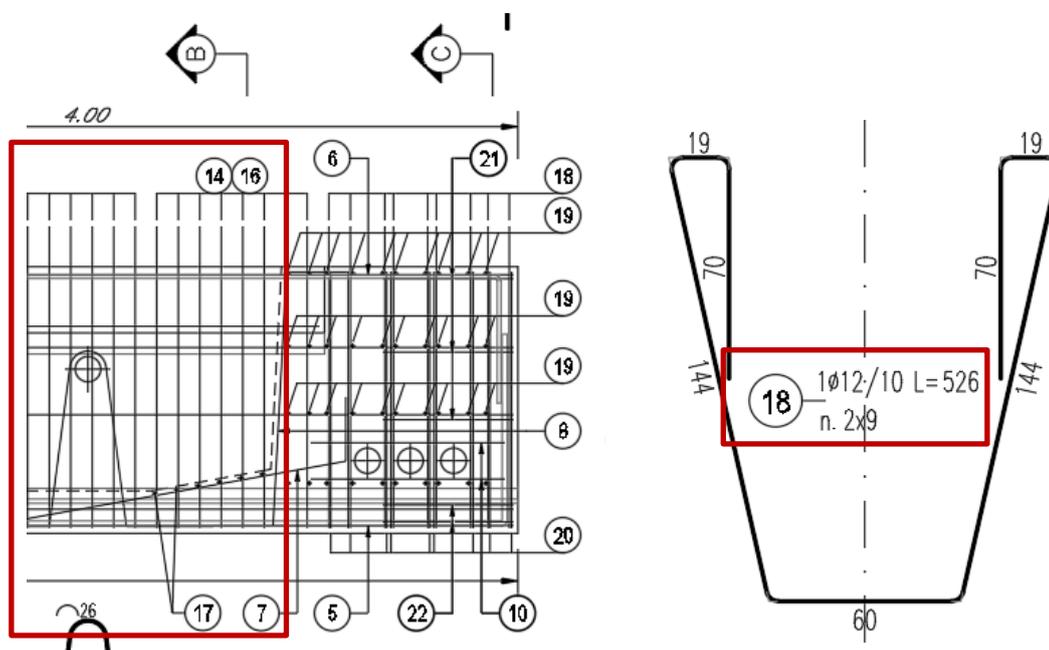


Figura 8-6 Le staffe 18 controllano il fenomeno combinato di spalling e spreading nel tratto tra appoggio e sezione

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 84 di 116

## 8.4 VERIFICHE DI RESISTENZA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Si valuta la resistenza della trave nei confronti delle sollecitazioni flettenti e delle sollecitazioni di taglio. Si adottano le formule riportate nelle NTC2018.

Il valore del momento massimo sollecitante allo stato limite ultimo è stato calcolato con riferimento alle sollecitazioni derivanti dall'involuppo delle sollecitazioni allo SLU.

### 8.4.1 Flessione in sezione di mezzzeria

Il momento flettente sollecitante massimo è pari a:  $M_{Sd} = 10342 \text{ kNm}$ .

#### VERIFICHE A ROTTURA - RESISTENZA A SFORZO NORMALE E FLESSIONE

Area armatura normale del profilo di 1° fase = 3166,7 (mm<sup>2</sup>)  
 Ascissa X del baricentro armatura normale = 99,8 (cm)  
 Ordinata Y del baricentro armatura normale = 51,6 (cm)

Area armatura normale del profilo di 2° fase = 7188,0 (mm<sup>2</sup>)  
 Ascissa X del baricentro armatura normale = 97,1 (cm)  
 Ordinata Y del baricentro armatura normale = 99,6 (cm)

#### Armatura pretesa aderente

A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 100,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	trefolo da 0.6 pollici
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 100,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 95,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 90,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 85,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 80,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 75,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 70,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 65,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 105,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 110,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 115,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 120,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 125,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 130,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 135,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 105,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 110,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 115,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 120,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 125,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 130,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 135,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 95,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 90,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 85,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 85 di 116

A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 80,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 75,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 70,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 65,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 30,00 (cm)	Y = 120,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 170,00 (cm)	Y = 120,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 60,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 140,00 (cm)	Y = 7,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 140,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 60,00 (cm)	Y = 12,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 30,00 (cm)	Y = 115,00 (cm)	Immettere nome
A = 1,39 cm <sup>2</sup>	X = 170,00 (cm)	Y = 115,00 (cm)	Immettere nome

Area armatura pretesa aderente = 5282,0 (mm<sup>2</sup>)  
 Ascissa X del baricentro armatura pretesa = 100,0 (cm)  
 Ordinata Y del baricentro armatura pretesa = 20,9 (cm)

#### Caratteristiche Fisico-Elastiche dei materiali

Modulo Elastico acciaio normale	= 210000,0 (N/mm <sup>2</sup> )
Modulo Elastico acciaio preteso aderente	= 205000,0 (N/mm <sup>2</sup> )
Modulo Elastico calcestruzzo	= 36416,0 (N/mm <sup>2</sup> )
Modulo Elastico iniziale calcestruzzo	= 33230,0 (N/mm <sup>2</sup> )
Resistenza cubica caratteristica calcestruzzo	= 55,00 (N/mm <sup>2</sup> )
Resistenza cubica iniziale (alla tesatura):	= 38,00 (N/mm <sup>2</sup> )
Resistenza caratteristica a snervamento acciaio normale	= 450,00 (N/mm <sup>2</sup> )
Resistenza caratt. a snervamento acciaio preteso aderente	= 1670,00 (N/mm <sup>2</sup> )
Resistenza caratteristica a rottura acciaio normale	= 540,00 (N/mm <sup>2</sup> )
Resistenza caratt. a rottura acciaio preteso aderente	= 1860,00 (N/mm <sup>2</sup> )

#### Ipotesi di calcolo

Legge costitutiva del calcestruzzo :	Parabola Rettangolo
Accorciamento ultimo calcestruzzo a flessione	$\epsilon_{cu} = 0,3500 \%$
Accorciamento ultimo calcestruzzo a compressione	$\epsilon_{cm} = 0,2000 \%$
Legge costitutiva dell'acciaio normale :	Elasto-plastica con incrudimento finita
Allungamento ultimo acciaio normale	$\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk} = 6,750 \%$
Legge costitutiva dell'acciaio preteso :	Elasto-plastica con incrudimento finita
Allungamento ultimo acciaio preteso	$\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk} = 3,150 \%$
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	$\gamma_c = 1,500$
Coefficiente di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1,150$
Termine di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0,850$
Rapporto resistenza cilindrica/cubica	$f_{ck}/R_{ck} = 0,830$
Resistenza di progetto calcestruzzo	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0,47 R_{ck}$
Resistenza di progetto dell'acciaio	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 0,87 f_{yk}$
Rapporto di sovraresistenza acciaio normale	$k_n = f_{tk}/f_{yk} = 1,200$
Rapporto di sovraresistenza acciaio pret. aderente	$k_a = f_{ptk}/f_{p(1)k} = 1,114$

#### Resistenze di progetto

Calcestruzzo = 25,87 (N/mm<sup>2</sup>)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo impalcato</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>86 di 116</b>

Acciaio normale                       $f_{yd} = 391,30 \text{ (N/mm}^2\text{)} - k f_{yd} = 469,57 \text{ (N/mm}^2\text{)}$   
 Acciaio preteso aderente                       $f_{yd} = 1452,17 \text{ (N/mm}^2\text{)} - k f_{yd} = 1617,39 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

Convenzioni di segno

Sono positive le trazioni  
 Sono positivi i momenti orari

Acciaio Preteso: Allungamento alla Decompressione

Acciaio del tipo aderente = 0,5000 %

Condizione di carico n° 1

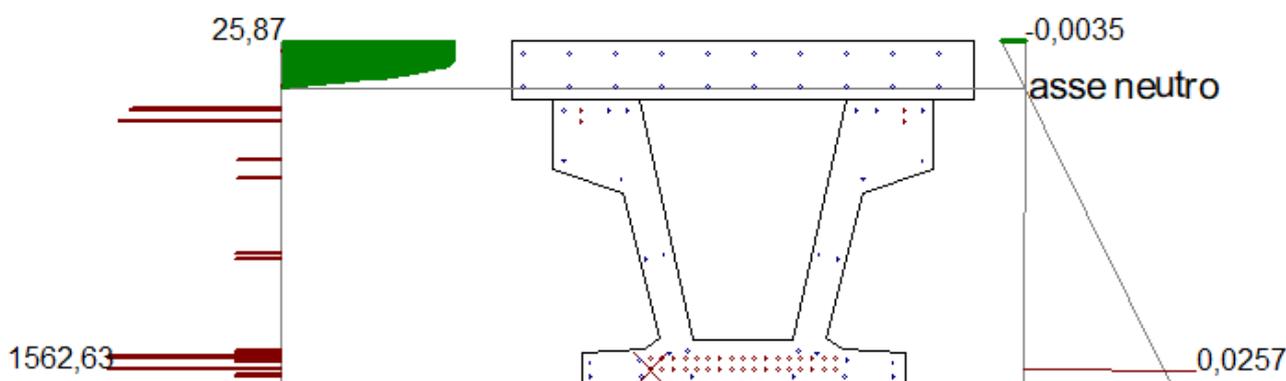
Momento di progetto  $M_{xd}$                       = **10342,00** (KN.m)  
 Momento di progetto  $M_{yd}$                       = 0,00 (KN.m)  
 Sforzo di progetto  $N_d$  = 0,00 (KN)  
 (sollecitazioni operanti sul profilo di 2° fase)

Momento di rottura  $M_{xr}$                       = 11095,33 (KN.m)  
 Momento di rottura  $M_{yr}$                       = 2,20 (KN.m)  
 Sforzo di rottura  $N_r$                       = 1,90 (KN)

Rottura nel Dominio 3

Distanza asse neutro dal tondo n° 33                      = 122,6 (cm)  
 Distanza asse neutro dal vertice 20                      = 20,7 (cm)  
 Inclinazione dell'asse neutro sull'asse X                      = -0,10 (deg.)

Sicurezza a rottura  $M_{xr}/M_{xd}$                       = **1,073**



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. FOGLIO C 87 di 116

### 8.4.2 Taglio in sezione appoggio

A favore di sicurezza per il calcolo del taglio sollecitante si considera il valore del taglio massimo, ovvero in asse appoggio. La disposizione dei carichi accidentali è tale da massimizzare il valore delle azioni in oggetto.

$$V_{sd} = 1264 \text{ kNm.}$$

A favore di sicurezza si considera solo il contributo delle due anime del cassone in cap. La sezione resistente ha pertanto dimensioni 25 x 125, soggetta ad un taglio pari a :

$$V_{sd} = V_{max} / 2 = 632 \text{ kN}$$

geometria					materiali			
sezione trasversale					calcestruzzo		acciaio	
B	H	c	d	z	Rck	45 [MPa]	f <sub>yk</sub>	450 [MPa]
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	f <sub>ck</sub>	37.4 [MPa]	γ <sub>s</sub>	1.15
25.5	125	7.0	117.5	105.8	γ <sub>c</sub>	1.15	f <sub>yd</sub>	391.3 [MPa]
armatura longitudinale					α <sub>cc</sub>	0.85	E <sub>s</sub>	200000 [MPa]
n <sub>barre</sub>	φ	d	A <sub>sl</sub>		f <sub>cd</sub>	27.6 [MPa]	ε <sub>uk</sub>	67.5 [‰]
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]		v	0.510		
4	10	7.5	3.14		ε <sub>c2</sub>	2.0 [‰]		
4	10	117.5	3.14		ε <sub>cu2</sub>	3.5 [‰]		
armatura a taglio					α <sub>e</sub>	15.0	valori limite	
n <sub>bracci</sub>	φ	s	α	A <sub>sw</sub>	kt	0.4	0,45 f <sub>ck</sub>	16.8 [MPa]
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]	k <sub>1</sub>	0.8	0,8 f <sub>yk</sub>	360.0 [MPa]
2	12	10	90	2.26	k <sub>3</sub>	3.4	w <sub>k,lim</sub>	0.2 [mm]
					k <sub>4</sub>	0.425		

SLU	
M <sub>Ed</sub>	0.00 [kNm]
N <sub>Ed</sub>	0 [kN]
V <sub>Ed</sub>	632.00 [kN]
presso-flessione	
M <sub>Rd</sub>	[kNm]
FS	
taglio	
V <sub>Rdc</sub>	107.6 [kN]
predisporre armatura a taglio	
V <sub>Rds</sub>	1621.2 [kN]
V <sub>Rdmax</sub>	1645.2 [kN]
θ	30.0 [°]
sezione duttile	
a <sub>l</sub>	91.6 [cm]

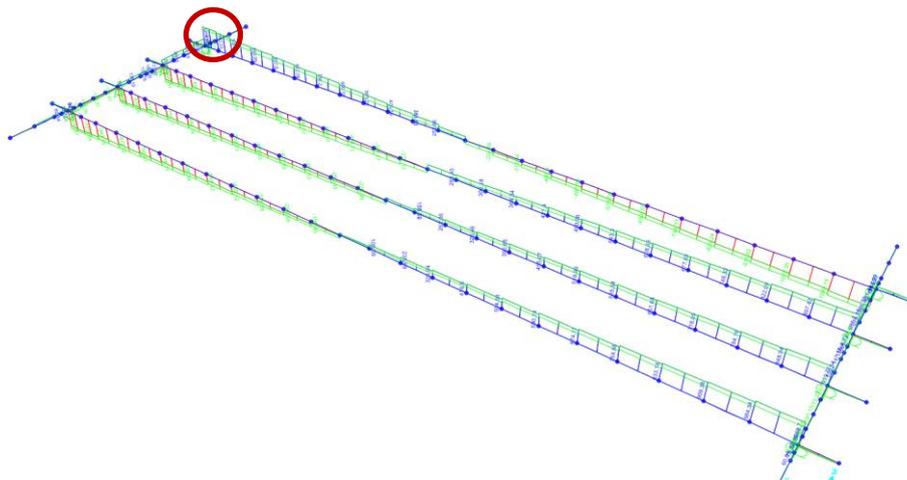
$$\frac{V_{rd}}{V_{ed}} = \frac{1621,2}{632} = 2.56 \text{ La verifica risulta soddisfatta.}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 88 di 116

### 8.4.3 Verifica staffe di connessione trave-soletta

In riferimento alla sollecitazione di taglio massima della trave, si riporta la verifica della connessione a staffe tra la trave e la soletta, secondo le EN 1992-2 6.2.5.

Di seguito si riporta il diagramma delle azioni sollecitanti a taglio nella sezione di appoggio della trave:



Di seguito si valuta il taglio complessivo nella condizione più gravosa:

$$V_{e,d} = 1264 \text{ kNm}$$

Di seguito si riporta la verifica di resistenza dei connettori a staffe dove si confronta la tensione tangenziale agente sulla superficie d'interfaccia tra la trave e la soletta con la tensione tangenziale resistente data dalla staffe di connessione.

Verifica resistenza connettore staffe EN 1992-2 6.2.5					
Dati			Azione sollecitante		
$f_{ck}$	30.71 MPa		$S_{as}$	3.35E+08 mm <sup>3</sup>	
$c$	0.25		$I_{xx}$	3.61E+11 mm <sup>4</sup>	
$f_{ctd}$	1.37 MPa		$V_{ed}$	1264000 N	
$\mu$	0.5		$b_r$	1210 mm	
$\sigma_n$	4.38 MPa		$V_{ei}$	0.97 Mpa	
$A_s$	2260.8 mm <sup>2</sup>				
$n_{staffe}$	5		Resistenza connettori EN 1992-2 6.2.5		
$\phi$	12 mm		$V_{rdi}$	2.90 Mpa	st./20cm
$n_{braccia}$	4				
$A_i$	1210000 mm <sup>2</sup>				
$b_i$	1210 mm				
$l_i$	1000 mm				
$\rho$	0.00187				
$\alpha$	90 °				
$f_{yd}$	391.3 MPa				
$v$	0.53				

Il numero minimo di staffe di connessione da adottare nella zona di testata è di Ø12 passo 20 cm.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 89 di 116

## 9 TRAVERSI

La verifica dei traveri di testata viene condotta nella condizione di sollevamento dell'impalcato attraverso l'applicazione di coppie di martinetti di sollevamento.

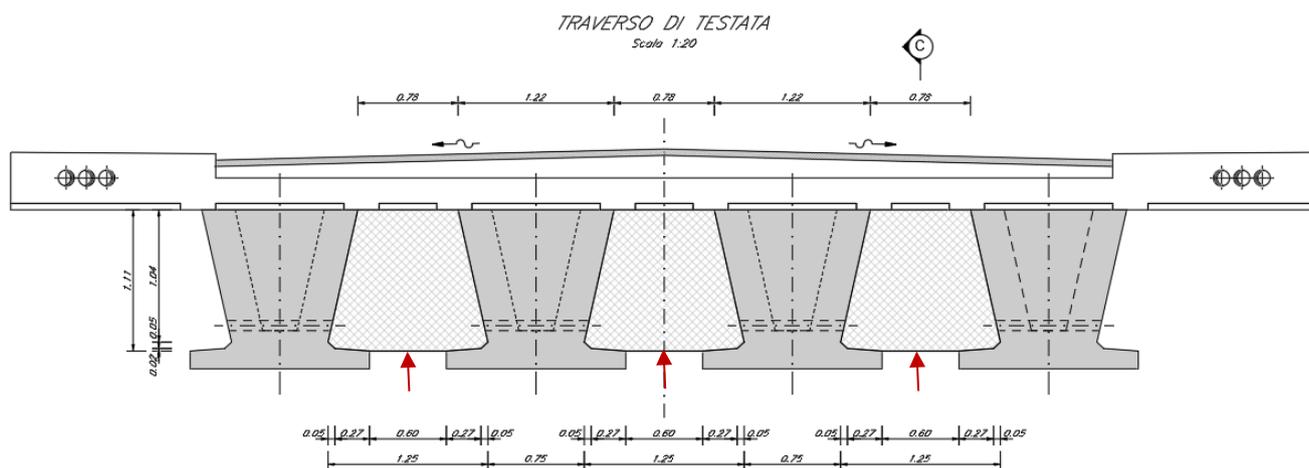


Figura 9-1 Schema di applicazione dei martinetti sul traverso di testata

### 9.1 CONDIZIONE 1: SOLLEVAMENTO MARTINETTI

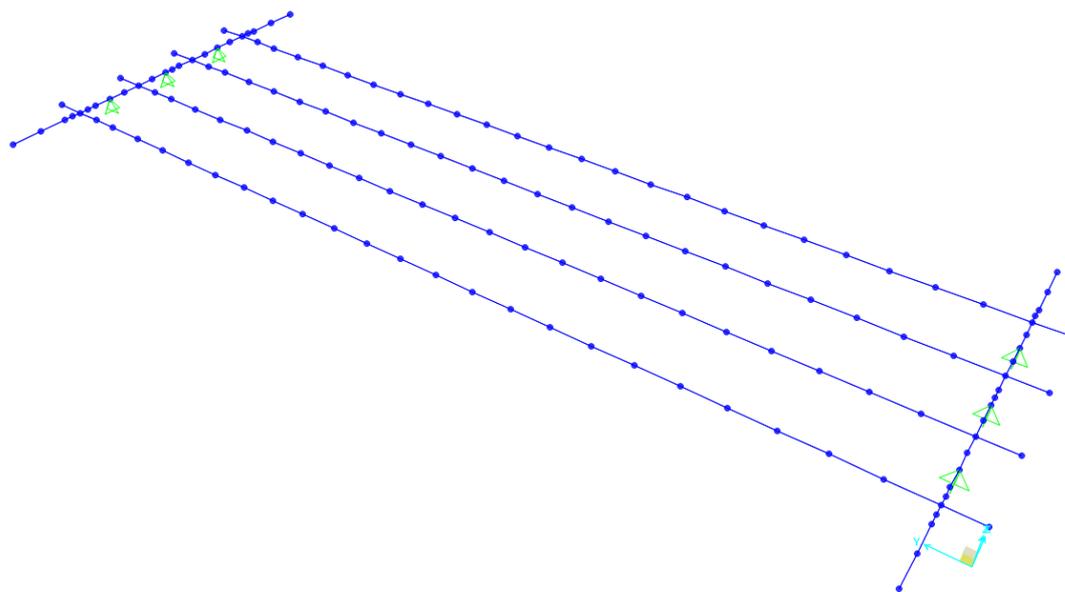


Figura 9-2 modello di calcolo con vincoli fissi nella posizione dei martinetti

Durante la fase di sollevamento viene presa in considerazione, in via cautelativa, la condizione allo stato limite di esercizio rara.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>90 di 116</b>

### 9.1.1 Risultati di calcolo

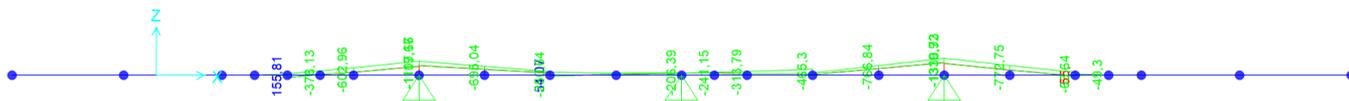


Figura 9-3 – Momento flettente  $M_{y,max} = -1337$  kNm

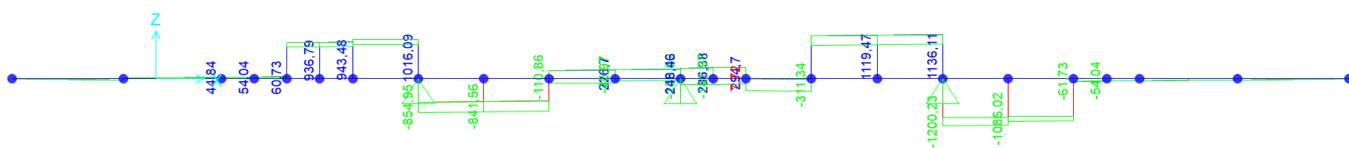


Figura 9-4 – Taglio  $F_{z,Max} = 1200$  kN

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. FOGLIO C 91 di 116

## 9.1.2 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi

Si valuta la resistenza della trave nei confronti delle sollecitazioni flettenti e delle sollecitazioni di taglio. Si adottano le formule riportate nelle NTC2018.

Il valore del momento massimo sollecitante allo stato limite ultimo è stato calcolato con riferimento alle sollecitazioni derivanti dall'involuppo delle sollecitazioni allo SLU.

Il traverso risulta armato superiormente da 4+4 Ø24 ed inferiormente da 6 Ø26.

### 9.1.2.1 FLESSIONE IN SEZIONE DI MEZZERIA

Il momento flettente sollecitante massimo è pari a:  $M_{Sd} = -1337$  kNm.

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	70	150	1	31,86	143
			2	36,19	5
			3	3,08	70
			4	3,08	110
			5	3,08	30

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
M<sub>xEd</sub>  kNm  
M<sub>yEd</sub>  kNm

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

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub>  kN m

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>c</sub>  ‰  
ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d   
δ

Materiali  
B450C C30/37  
ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ‰  
ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰  
τ<sub>c1</sub>  ‰

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

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

Tipo flessione  
 Retta  Deviata  
N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
M-curvatura  
 Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 92 di 116

### 9.1.2.2 TAGLIO IN SEZIONE MEZZERIA

Il taglio sollecitante massimo è pari a:  $V_{sd} = 1200 \text{ kNm}$ .

geometria					materiali			
sezione trasversale					calcestruzzo		acciaio	
B	H	c	d	z	R <sub>ck</sub>	f <sub>yk</sub>	f <sub>yk</sub>	f <sub>yk</sub>
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
70	150	7.0	142.5	128.3	45	37.4	450	1.15
armatura longitudinale					γ <sub>s</sub>	f <sub>yd</sub>	E <sub>s</sub>	ε <sub>uk</sub>
n <sub>barre</sub>	φ	d	A <sub>sl</sub>		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[%]
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]					
4	10	7.5	3.14		0.85	27.6	200000	67.5
4	10	142.5	3.14		27.6			
armatura a taglio					v	ε <sub>c2</sub>	ε <sub>cu2</sub>	α <sub>e</sub>
nbracci	φ	s	α	A <sub>sw</sub>		[%]	[%]	
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]				
2	14	20	90	3.08	0.510	2.0	3.5	15.0
					kt	valori limite		
					k <sub>1</sub>	0,45 f <sub>ck</sub>	16.8	[MPa]
					k <sub>3</sub>	0,8 f <sub>yk</sub>	360.0	[MPa]
					k <sub>4</sub>	w <sub>k,lim</sub>	0.2	[mm]

SLU	
M <sub>Ed</sub>	0.00 [kNm]
N <sub>Ed</sub>	0 [kN]
V <sub>Ed</sub>	1200.00 [kN]
presso-flessione	
M <sub>Rd</sub>	[kNm]
FS	
taglio	
V <sub>Rdc</sub>	343.9 [kN]
predisporre armatura a taglio	
V <sub>Rds</sub>	1338.1 [kN]
V <sub>Rdmax</sub>	5477.0 [kN]
θ	30.0 [°]
sezione	duttile
a <sub>l</sub>	111.1 [cm]

$$\frac{V_{rd}}{V_{ed}} = \frac{1338,1}{1200} = 1.11 \text{ La verifica risulta soddisfatta.}$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>                                         ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 93 di 116

### 9.1.3 Verifiche agli stati limite di esercizio

Si valutano i limite tensionali e di fessurazione del traverso nei confronti delle sollecitazioni flettenti e delle sollecitazioni di taglio. Si adottano le formule riportate nelle NTC2018.

#### Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
$M_{Ek}$	<b>-1336.00</b> [kNm]
$N_{Ek}$	<b>0</b> [kN]
tensioni e fessure	
$M_{dec}$	0.0 [kNm]
$M_{cr}$	-905.3 [kNm]
$y_n$	36.93 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-6.2 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-78.1 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	259.9 [MPa]
$k_2$	0.5
$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$	1.00 [‰]
$s_{r,max}$	29.2 [cm]
$w_k$	0.292 [mm]

#### Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
$M_{Ek}$	<b>-1002.00</b> [kNm]
$N_{Ek}$	<b>0</b> [kN]
tensioni e fessure	
$M_{dec}$	0.0 [kNm]
$M_{cr}$	-905.3 [kNm]
$y_n$	36.93 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-4.7 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-58.6 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	194.9 [MPa]
$k_2$	0.5
$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$	0.67 [‰]
$s_{r,max}$	29.2 [cm]
$w_k$	0.197 [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. FOGLIO C 94 di 116

## 9.2 CONDIZIONE 2: PONTE IN ESERCIZIO

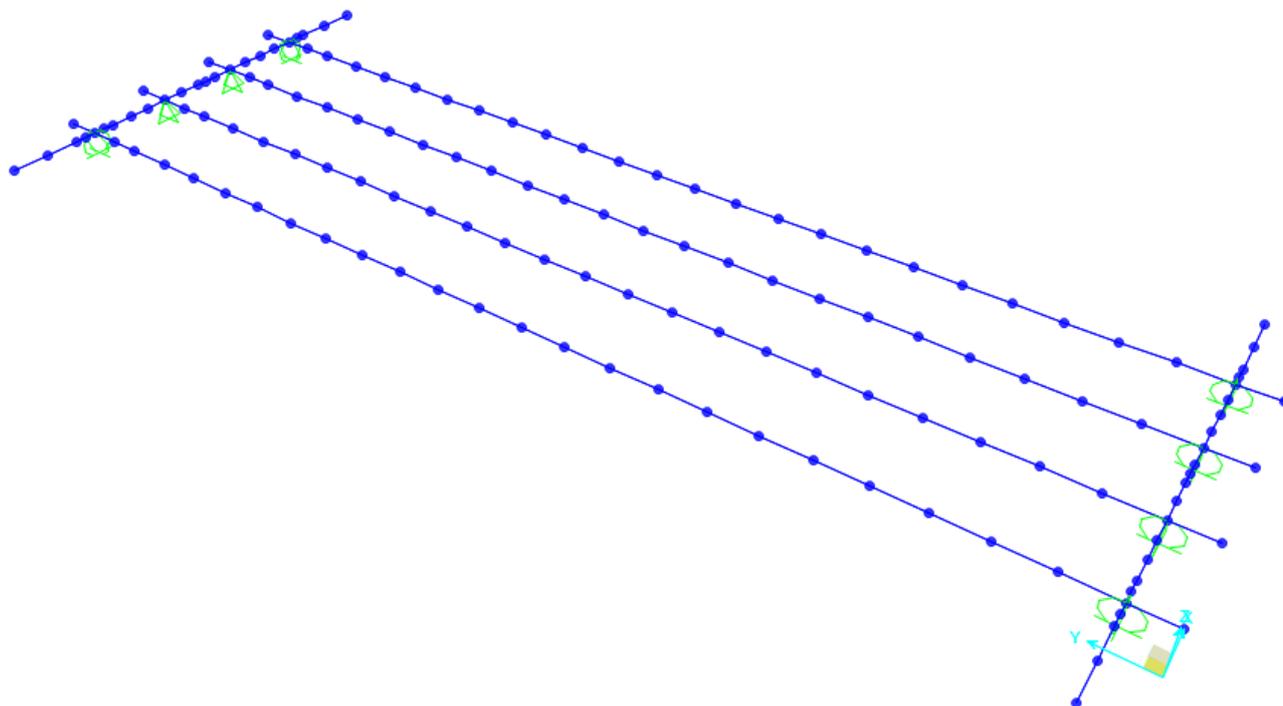


Figura 9-5 modello di calcolo con vincoli fissi nella posizione dei martinetti

Viene presa in considerazione la condizione in cui il ponte è in esercizio.

### 9.2.1 Risultati di calcolo

SLU:

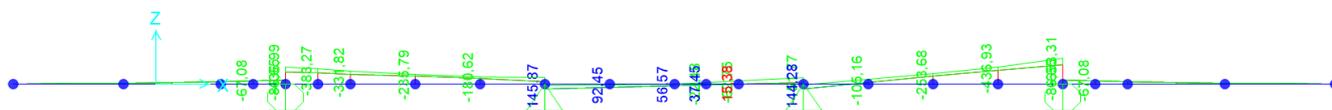


Figura 9-6 – Momento flettente  $M_{y,max} = -650$  kNm

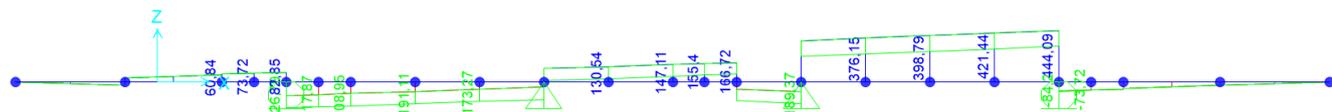
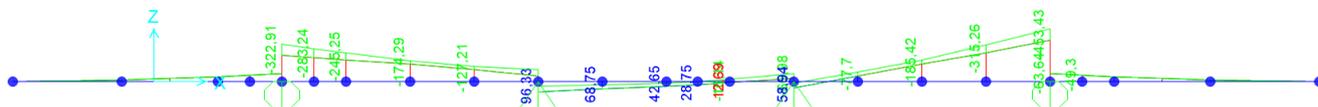


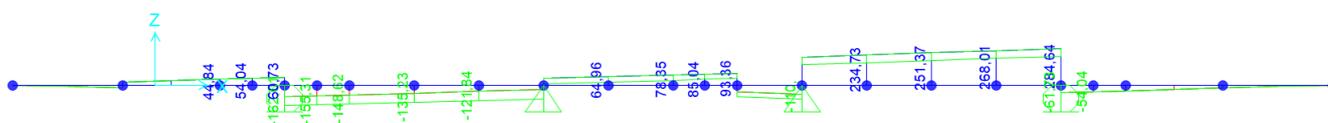
Figura 9-7 – Taglio  $F_{z,Max} = 444$  kN

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>95 di 116</b>

SLE:



**Figura 9-8 – Momento flettente My,max = -451 kNm**



**Figura 9-9 – Taglio Fz,Max = 284kN**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 96 di 116

## 9.2.2 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi

Si valuta la resistenza della trave nei confronti delle sollecitazioni flettenti e delle sollecitazioni di taglio. Si adottano le formule riportate nelle NTC2018.

Il valore del momento massimo sollecitante allo stato limite ultimo è stato calcolato con riferimento alle sollecitazioni derivanti dall'involuppo delle sollecitazioni allo SLU.

Il traverso risulta armato superiormente da 4+4 Ø24 ed inferiormente da 6 Ø26.

### 9.2.2.1 FLESSIONE IN SEZIONE DI MEZZERIA

Il momento flettente sollecitante massimo è pari a:  $M_{Sd} = -650$  kNm.

Titolo :

N° fig Ultimo salvataggio della cartella di lavoro: Adesso  barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	70	150	1	31,86	143
			2	36,19	5
			3	3,08	30
			4	3,08	70
			5	3,08	110

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

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  -650 kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

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

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

Materiali  
 B450C C30/37  
 ε<sub>su</sub> 67,5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391,3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3,5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub> 17 ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8  
 ε<sub>syd</sub> 1,957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 11,5 ‰  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,6933  
 τ<sub>c1</sub> 2,029

M<sub>xRd</sub> -2 244 kN m  
 σ<sub>c</sub> -17 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3,5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 44,46 ‰  
 d 145 cm  
 x 10,58 x/d 0,07297  
 δ 0,7

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
 M-curvatura  
 Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 97 di 116

### 9.2.2.2 TAGLIO IN SEZIONE MEZZERIA

Il taglio sollecitante massimo è pari a:  $V_{Sd} = 444 \text{ kNm}$ .

geometria					materiali			
sezione trasversale					calcestruzzo		acciaio	
B	H	c	d	z	R <sub>ck</sub>	f <sub>yk</sub>	f <sub>ck</sub>	γ <sub>s</sub>
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
70	150	7.0	142.5	128.3	45	450	37.4	1.15
armatura longitudinale					γ <sub>c</sub>	f <sub>yd</sub>	α <sub>cc</sub>	E <sub>s</sub>
nbarre	φ	d	A <sub>sl</sub>		[MPa]	[MPa]		[MPa]
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]		f <sub>cd</sub>	ε <sub>uk</sub>	v	
4	10	7.5	3.14		27.6	67.5	0.510	
4	10	142.5	3.14		ε <sub>c2</sub>	valori limite		
armatura a taglio					2.0			
nbracci	φ	s	α	A <sub>sw</sub>	3.5			
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]	α <sub>e</sub>			
2	14	20	90	3.08	15.0			
					kt			
					0.4			
					k <sub>1</sub>	0,45 f <sub>ck</sub>	16.8	[MPa]
					0.8	0,8 f <sub>yk</sub>	360.0	[MPa]
					k <sub>3</sub>	w <sub>k,lim</sub>	0.2	[mm]
					3.4			
					0.425			

SLU	
M <sub>Ed</sub>	-650.00 [kNm]
N <sub>Ed</sub>	0 [kN]
V <sub>Ed</sub>	444.00 [kN]
presso-flessione	
M <sub>Rd</sub>	-1984.0 [kNm]
FS	3.05
taglio	
V <sub>Rdc</sub>	346.4 [kN]
predisporre armatura a taglio	
V <sub>Rds</sub>	1350.3 [kN]
V <sub>Rdmax</sub>	5527.0 [kN]
θ	30.0 [°]
sezione	duttile
a <sub>l</sub>	112.1 [cm]

$$\frac{V_{rd}}{V_{ed}} = \frac{1350.3}{444} = 3.04 \text{ La verifica risulta soddisfatta.}$$



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 99 di 116

## 10 SOLETTA TRASVERSALE

La valutazione degli effetti locali prodotti dalle azioni di progetto è stata effettuata mediante un modello a telaio, riferito ad una striscia di impalcato avente larghezza pari a 1 m. Il modello riproduce la geometria e la rigidezza degli elementi che costituiscono l'impalcato nella sua sezione corrente. Di seguito si riporta una vista del modello di calcolo.

Di seguito si riporta una vista del modello di calcolo.



La soletta d'impalcato possiede uno spessore di 25 cm nel tratto interessato dalla carreggiata e di 45 cm nel tratto dove è presente lo sbalzo, con una luce tra le travi di 2.00 m ed è gettata sul lastre predalles tralicciate; risulta armata in direzione trasversale superiormente ed inferiormente da Ø16/20 ed un infittimento nella sezione di sbalzo con ulteriori Ø16/20 superiori.

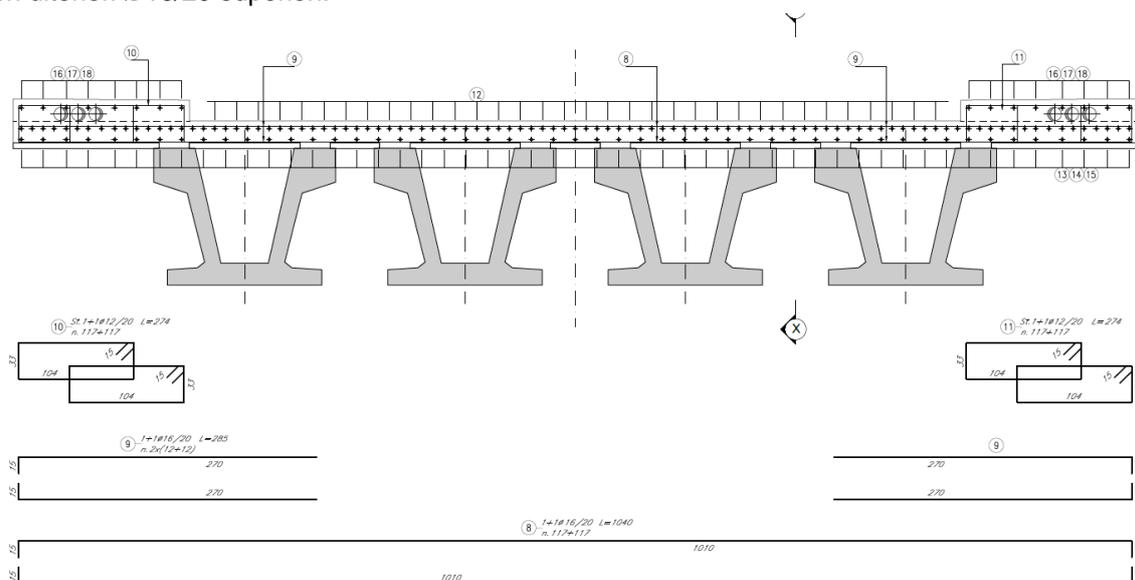


Figura 10-1 Sezione trasversale armatura soletta

Lo schema strutturale ipotizzato segue uno schema statico su più appoggi, soggetto ai seguenti carichi:

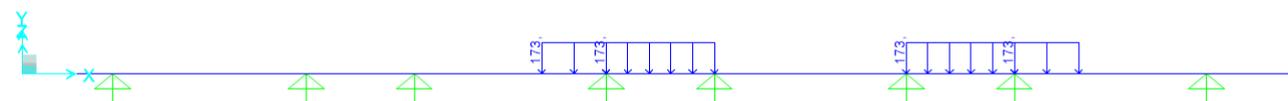
- Peso proprio ( $0.25\text{m} \times 1\text{m} \times 25\text{kN/m}^3$ ) = 6.25 kN/m
- Peso pacchetto stradale ( $0.135\text{m} \times 1\text{m} \times 20\text{kN/m}^3$ ) = 2.50 kN/m
- Schema di carico 1 pari a 150 kN/(1.05m) = 143 kN/m
- Schema di carico 2 pari a 200 kN/(1.15m) = 173 kN/m
- Azione del vento (F applicata ad 1,50m) = 14.85 kNm
- Azione dell'urto (F applicata ad 1,50m) = 150 kNm
- Azione della temperatura DT =  $\pm 15$  °C

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>100 di 116</b>

Viene effettuata l'analisi statica lineare con un modello bidimensionale su più appoggi.



**Figura 10-2 Schema di carico 2 - condizione di carico che massimizza il momento allo sbalzo**



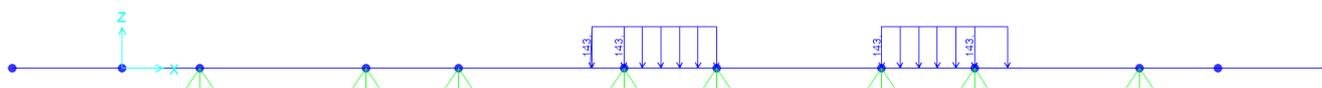
**Figura 10-3 Schema di carico 2 - condizione di carico che massimizza il momento all'appoggio delle travi**



**Figura 10-4 Schema di carico 2 - condizione che massimizza il momento in campata di trave**



**Figura 10-5 Schema di carico 2 - condizione di carico che massimizza il momento allo sbalzo**



**Figura 10-6 Schema di carico 2 - condizione di carico che massimizza il momento all'appoggio delle travi**



**Figura 10-7 Schema di carico 2 - condizione che massimizza il momento in campata di trave**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETRI-FER M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 101 di 116

## 10.1 RISULTATI DI CALCOLO

### 10.1.1 SLE Rara

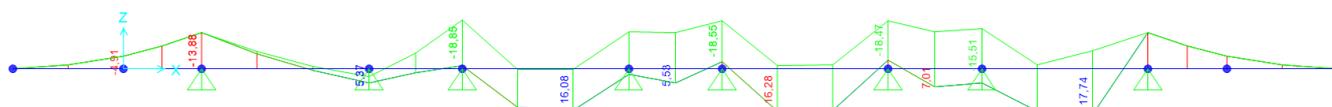


Figura 10-8 Diagramma momento flettente  $M_{y,max} = -18,85$  kNm

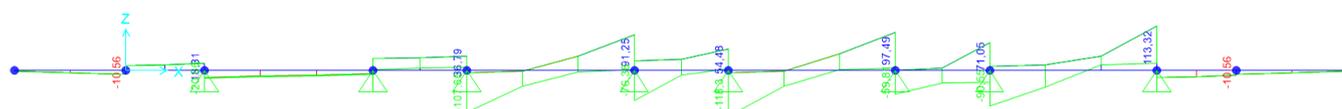


Figura 10-9 Diagramma di Taglio  $T_{z,max} = 113,32$  kN

### 10.1.2 SLU

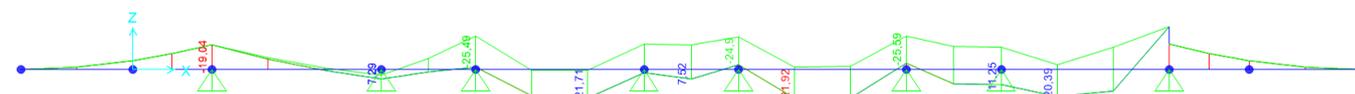


Figura 10-10 Momento flettente  $M_y, \max = -32,35$  kNm

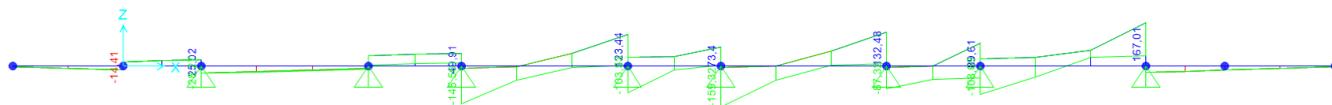


Figura 10-11 Taglio  $F_z, \text{Max} = 167$  kN

### 10.1.3 SLU – Urto



Figura 10-12 Momento flettente  $M_y, \max = -152$  kNm

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0100 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>102 di 116</b>

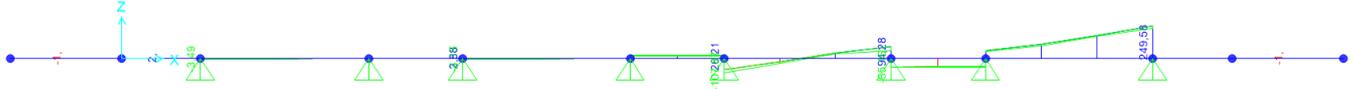


Figura 10-13 Taglio Fz, Max = 249 kN

## 10.2 VERIFICHE DI RESISTENZA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Viene riportata la verifica nella sezione più sollecitata che risulta essere quella posta nella sezione di incastro dello sbalzo, in presenza del cordolo.

### 10.2.1 SLU - Sezione di incastro dello sbalzo (Sp.45 cm)

Ai fini della verifica le lastre predalles non sono state considerate reagenti, a favore di sicurezza, di conseguenza lo spessore di calcolo della soletta risulta essere pari a 41 cm.

Il massimo momento flettente sollecitante negativo è pari a:  $M_{Sd} = -35,35 \text{ kNm}$ .

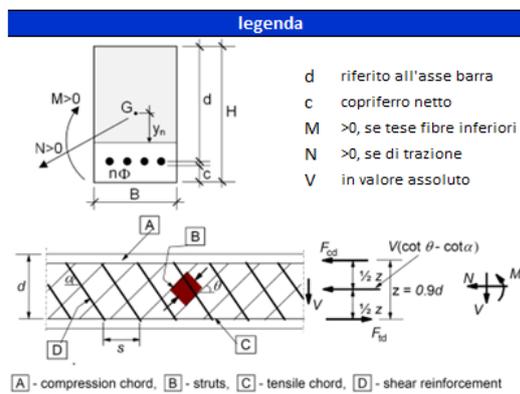
Il massimo taglio sollecitante è pari a:  $V_{ed} = 167 \text{ kN}$

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	41	4.0	36.4	32.8
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
5	12	4.6	5.65	
10	16	26.4	20.11	
10	16	34.6	20.11	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
4	12	20	90	4.52

21.8

sollecitazioni e risultati				
SLE		SLU		
M <sub>Ek</sub>	0.00 [kNm]	M <sub>Ed</sub>	-32.35 [kNm]	
N <sub>Ek</sub>	0 [kN]	N <sub>Ed</sub>	0 [kN]	
<b>tensioni e fessure</b>				
M <sub>dec</sub>	0.0 [kNm]	V <sub>Ed</sub>	167.00 [kN]	
M <sub>cr</sub>	-75.1 [kNm]	<b>presso-flessione</b>		
<b>γ<sub>n</sub></b>			M <sub>Rd</sub>	-172.6 [kNm]
γ <sub>c,min</sub>	0.0 [MPa]	FS	5.33	
γ <sub>s,min</sub>	0.0 [MPa]	<b>taglio</b>		
γ <sub>s,max</sub>	0.0 [MPa]	V <sub>Rdc</sub>	167.0 [kN]	
<b>k<sub>2</sub></b>			<i>non serve armatura a taglio</i>	
k <sub>2</sub>	0.5	V <sub>Rds</sub>	290.0 [kN]	
ε <sub>sm-8cm</sub>	- [%]	V <sub>Rdmax</sub>	1956.8 [kN]	
S <sub>r,max</sub>	- [cm]	θ	45.0 [°]	
W <sub>k</sub>	- [mm]	sezione duttile		
			a <sub>l</sub>	36.4 [cm]

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R <sub>ck</sub>	37 [MPa]	f <sub>yk</sub>	450 [MPa]
f <sub>ck</sub>	30.7 [MPa]	γ <sub>s</sub>	1.15
γ <sub>c</sub>	1.15	f <sub>yd</sub>	391.3 [MPa]
α <sub>cc</sub>	0.85	E <sub>s</sub>	200000 [MPa]
f <sub>cd</sub>	22.7 [MPa]	ε <sub>uk</sub>	67.5 [%]
v	0.526	<b>valori limite</b>	
ε <sub>c2</sub>	2.0 [%]	0,45 f <sub>ck</sub>	13.8 [MPa]
ε <sub>cu2</sub>	3.5 [%]	0,8 f <sub>yk</sub>	360.0 [MPa]
α <sub>e</sub>	15.0	W <sub>k,lim</sub>	0.2 [mm]
k <sub>t</sub>	0.4		
k <sub>1</sub>	0.8		
k <sub>3</sub>	3.4		
k <sub>4</sub>	0.425		



$$\frac{M_{rd}}{M_{ed}} = \frac{172.6}{32.35} = 5.33 \text{ La verifica risulta soddisfatta.}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 103 di 116

$$\frac{V_{rd}}{V_{ed}} = \frac{290}{167} = 1.73 \text{ La verifica risulta soddisfatta.}$$

### 10.2.2 URTO - Sezione di incastro dello sbalzo (Sp.45 cm)

Ai fini della verifica le lastre predalles non sono state considerate reagenti, a favore di sicurezza, di conseguenza lo spessore di calcolo della soletta risulta essere pari a 41 cm.

Il massimo momento flettente sollecitante negativo è pari a:  $M_{Sd} = 152 \text{ kNm}$ .

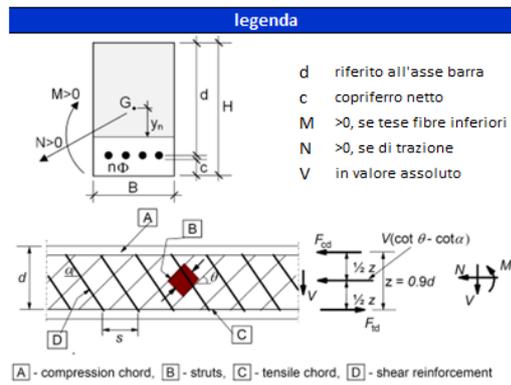
Il massimo taglio sollecitante è pari a:  $V_{ed} = 249 \text{ kN}$

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	41	4.0	36.4	32.8
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	$A_{sl}$	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
5	12	4.6	5.65	
10	16	26.4	20.11	
10	16	34.6	20.11	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	$A_{sw}$
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
4	12	20	90	4.52

21.8

sollecitazioni e risultati			
SLE		SLU	
MEk	0.00 [kNm]	MEd	-152.00 [kNm]
NEk	0 [kN]	NEd	0 [kN]
tensioni e fessure			
Mdec	0.0 [kNm]	presso-flessione	
Mcr	-75.1 [kNm]	Mrd	-172.6 [kNm]
		FS	1.14
yn			taglio
yn	12.03 [cm]	VRdc	167.0 [kN]
$\sigma_{c,min}$	0.0 [MPa]	predisporre armatura a taglio	
$\sigma_{s,min}$	0.0 [MPa]		
$\sigma_{s,max}$	0.0 [MPa]	VRds	290.0 [kN]
		VRdmax	1956.8 [kN]
k <sub>2</sub>	0.5	$\theta$	45.0 [°]
$\epsilon_{sm-Ecm}$	- [%]	sezione duttile	
Sr,max	- [cm]	ai	16.4 [cm]
Wk	- [mm]		

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	37 [MPa]	f <sub>yk</sub>	450 [MPa]
f <sub>ck</sub>	30.7 [MPa]	$\gamma_s$	1.15
$\gamma_c$	1.15	f <sub>yd</sub>	391.3 [MPa]
$\alpha_{cc}$	0.85	E <sub>s</sub>	200000 [MPa]
f <sub>cd</sub>	22.7 [MPa]	$\epsilon_{uk}$	67.5 [%]
v	0.526		
$\epsilon_{c2}$	2.0 [%]		
$\epsilon_{cu2}$	3.5 [%]		
$\alpha_e$	15.0		
k <sub>t</sub>	0.4	valori limite	
k <sub>1</sub>	0.8	0,45 f <sub>ck</sub>	13.8 [MPa]
k <sub>3</sub>	3.4	0,8 f <sub>yk</sub>	360.0 [MPa]
k <sub>4</sub>	0.425	W <sub>k,lim</sub>	0.2 [mm]



$$\frac{M_{rd}}{M_{ed}} = \frac{172.6}{152} = 1.14 \text{ La verifica risulta soddisfatta.}$$

$$\frac{V_{rd}}{V_{ed}} = \frac{290}{249} = 1.16 \text{ La verifica risulta soddisfatta.}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 104 di 116

### 10.2.3 SLU - Sezione di incastro (sezione normale sp.25 cm)

Il massimo momento flettente sollecitante positivo è pari a:  $M_{sd} = -26.15 \text{ kNm}$ .

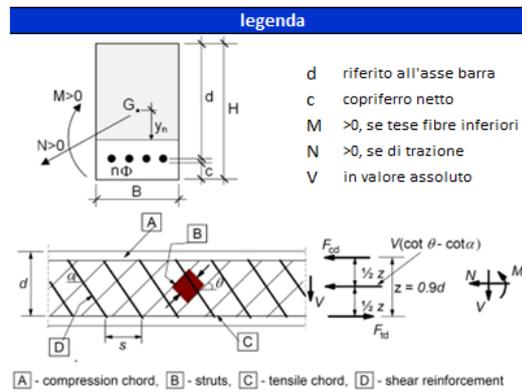
Il massimo taglio sollecitante è pari a:  $V_{ed} = 130 \text{ kN}$

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	25	4.0	20.2	18.2
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	$A_{sl}$	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
10	16	4.8	20.11	
10	16	20.2	20.11	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	$A_{sw}$
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
4	12	20	90	4.52

15.4

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
$M_{Ek}$ 0.00 [kNm]	$M_{Ed}$ -26.15 [kNm]
$N_{Ek}$ 0 [kN]	$N_{Ed}$ 0 [kN]
$V_{Ed}$ 130.00 [kN]	
tensioni e fessure	presso-flessione
$M_{dec}$ 0.0 [kNm]	$M_{Rd}$ -145.5 [kNm]
$M_{cr}$ -32.1 [kNm]	FS 5.57
yn	taglio
yn 4.85 [cm]	$V_{Rdc}$ 197.2 [kN]
$\sigma_{c,min}$ 0.0 [MPa]	non serve armatura a taglio
$\sigma_{s,min}$ 0.0 [MPa]	
$\sigma_{s,max}$ 0.0 [MPa]	
$k_2$ 0.5	$V_{Rds}$ 278.7 [kN]
$\epsilon_{sm-8cm}$ - [%]	$V_{Rdmax}$ 940.4 [kN]
$s_{r,max}$ - [cm]	$\theta$ 30.0 [°]
$W_k$ - [mm]	sezione duttile
	ai 20.2 [cm]

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
$R_{ck}$	37 [MPa]	$f_{yk}$	450 [MPa]
$f_{ck}$	30.7 [MPa]	$\gamma_s$	1.15
$\gamma_c$	1.15	$f_{yd}$	391.3 [MPa]
$\alpha_{cc}$	0.85	$E_s$	200000 [MPa]
$f_{cd}$	22.7 [MPa]	$\epsilon_{uk}$	67.5 [%]
$\nu$	0.526		
$\epsilon_{c2}$	2.0 [%]		
$\epsilon_{cu2}$	3.5 [%]		
$\alpha_e$	15.0		
$k_t$	0.4		
valori limite			
$k_1$	0.8	$0,45 f_{ck}$	13.8 [MPa]
$k_3$	3.4	$0,8 f_{yk}$	360.0 [MPa]
$k_4$	0.425	$W_{k,lim}$	0.2 [mm]



$$\frac{M_{rd}}{M_{ed}} = \frac{145.5}{26.15} = 5.57 \text{ La verifica risulta soddisfatta.}$$

$$\frac{V_{rd}}{V_{ed}} = \frac{197.2}{130} = 1.52 \text{ La verifica risulta soddisfatta.}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 105 di 116

### 10.2.4 URTO - Sezione di incastro (sezione normale sp.25 cm)

Il massimo momento flettente sollecitante positivo è pari a:  $M_{sd} = -102 \text{ kNm}$ .

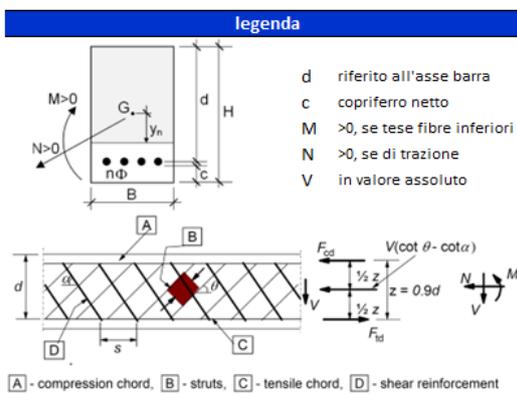
Il massimo taglio sollecitante è pari a:  $V_{ed} = 194 \text{ kN}$

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	25	4.0	20.2	18.2
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	$A_{sl}$	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
10	16	4.8	20.11	
10	16	20.2	20.11	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	$A_{sw}$
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
4	12	20	90	4.52

15.4

sollecitazioni e risultati		
SLE	SLU	
$M_{Ek}$ 0.00 [kNm]	$M_{Ed}$ -102.00 [kNm]	
$N_{Ek}$ 0 [kN]	$N_{Ed}$ 0 [kN]	
<b>tensioni e fessure</b>		
$M_{dec}$ 0.0 [kNm]	$V_{Ed}$ 194.00 [kN]	
$M_{cr}$ -32.1 [kNm]	<b>presso-flessione</b>	
$y_n$ 4.85 [cm]	$M_{Rd}$ -145.5 [kNm]	
$\sigma_{c,min}$ 0.0 [MPa]	FS 1.43	
$\sigma_{s,min}$ 0.0 [MPa]	<b>taglio</b>	
$\sigma_{s,max}$ 0.0 [MPa]	$V_{Rdc}$ 197.2 [kN]	
$k_2$ 0.5	non serve armatura a taglio	
$\epsilon_{sm-8cm}$ - [%]	$V_{Rds}$ 278.7 [kN]	
$s_{r,max}$ - [cm]	$V_{Rdmax}$ 940.4 [kN]	
$W_k$ - [mm]	$\theta$ 30.0 [°]	
	sezione duttile	
	ai 20.2 [cm]	

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
$R_{ck}$	37 [MPa]	$f_{yk}$	450 [MPa]
$f_{ck}$	30.7 [MPa]	$\gamma_s$	1.15
$\gamma_c$	1.15	$f_{yd}$	391.3 [MPa]
$\alpha_{cc}$	0.85	$E_s$	200000 [MPa]
$f_{cd}$	22.7 [MPa]	$\epsilon_{uk}$	67.5 [%]
$\nu$	0.526		
$\epsilon_{c2}$	2.0 [%]		
$\epsilon_{cu2}$	3.5 [%]		
$\alpha_e$	15.0		
$k_t$	0.4		
		valori limite	
$k_1$	0.8	$0,45 f_{ck}$	13.8 [MPa]
$k_3$	3.4	$0,8 f_{yk}$	360.0 [MPa]
$k_4$	0.425	$W_{k,lim}$	0.2 [mm]



$$\frac{M_{rd}}{M_{ed}} = \frac{145,5}{102} = 1.43 \text{ La verifica risulta soddisfatta.}$$

$$\frac{V_{rd}}{V_{ed}} = \frac{197,2}{194} = 1.02 \text{ La verifica risulta soddisfatta.}$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 106 di 116

## 10.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

### 10.3.1 Sezione normale soletta (sp. 25)

Il massimo momento flettente sollecitante negativo è pari a:  $M_{Sd} = -18.85$  kNm.

sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	25	4.0	20.2	18.2
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	$A_{sl}$	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
10	16	4.8	20.11	
10	16	20.2	20.11	
15.4				
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	$A_{sw}$
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
4	12	20	90	4.52

SLE	
$M_{Ek}$	-18.85 [kNm]
$N_{Ek}$	0 [kN]
tensioni e fessure	
$M_{dec}$	0.0 [kNm]
$M_{cr}$	-32.1 [kNm]
$y_n$	4.85 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-2.2 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-12.4 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	54.7 [MPa]
$k_2$	0.5
$\epsilon_{sm-8cm}$	- [%]
$s_{r,max}$	- [cm]
$W_k$	- [mm]

Le verifiche tensionali e di fessurazione risultano verificate.

## 10.4 VERIFICA TRALICCIO PREDALLES

Si riportano le verifiche delle predalles laterali in fase di getto, e delle predalles presenti tra la anime dei cassoncini in cap.

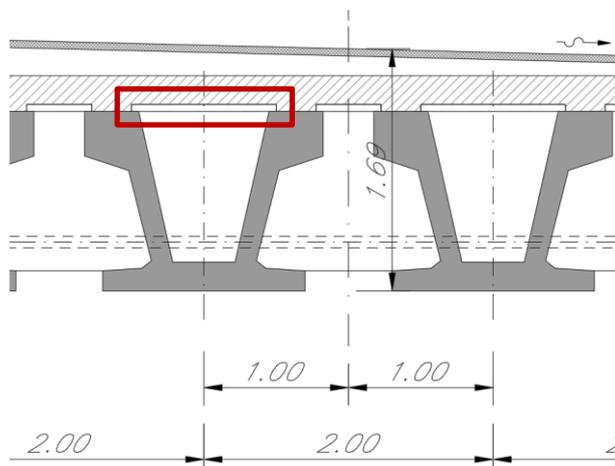


Figura 10-14 –Sezioni di verifica traliccio

In particolare, si è verificata la resistenza dei correnti inferiore tesi, la stabilità dei correnti superiori e delle diagonali compresse:

APPALTATORE: Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. FOGLIO C 107 di 116

### geometria

#### carpenteria

luce	L	<b>90</b>	cm
larghezza predalle	b	<b>100</b>	cm
altezza predalle	hp	<b>4</b>	cm
altezza soletta	hs	<b>25</b>	cm

#### armatura inferiore

diametro	$\phi$ inf	<b>8</b>	mm
passo	s inf	<b>10</b>	cm
copriferro (filo esterno barra)	c	<b>4.5</b>	cm
area totale acciaio	As,inf	5.0	cm <sup>2</sup>

#### armatura superiore

diametro	$\phi$ sup	<b>12</b>	mm
passo	s sup	<b>50</b>	cm
altezza traliccio (assi barre)	ht	<b>19</b>	cm
area totale acciaio	As,sup	2.3	cm <sup>2</sup>
momento inerzia barra	Isup	0.10	cm <sup>4</sup>

#### staffe traliccio

numero staffe per traliccio	n	<b>2</b>	
diametro	$\phi$ t	<b>6</b>	mm
apertura traliccio	a	<b>10</b>	cm
passo long. staffe	st	<b>20</b>	cm
area totale acciaio	As,t	1.1	cm <sup>2</sup>
inclinazione staffe	$\alpha$	59.5	°
lunghezza staffe	i	22.0	cm
momento inerzia barra	It	0.01	cm <sup>4</sup>

### materiali

#### calcestruzzo

resistenza cubica	Rck	<b>37</b>	MPa
resistenza cilindrica	fck	30.7	MPa
resistenza a trazione	fctm	2.9	MPa
modulo elastico	Ec	33019	MPa
coeff. omogeneizz. fessure	n	<b>15</b>	
coeff. omogeneizz. freccia	n	<b>6</b>	

#### acciaio

modulo elastico	Es	<b>200000</b>	MPa
tensione di snervamento	fyk	<b>450</b>	MPa
coeff. parziale materiale	$\gamma_s$	<b>1.15</b>	
coeff. parziale instabilità	$\gamma_{M1}$	<b>1.05</b>	
tensione di progetto SLS	0,8 fyk	360	MPa
tensione di progetto SLU	fyd	391	MPa

#### fessurazione

azione lunga durata	kt	<b>0.4</b>	
barre aderenza migliorata	k1	<b>0.8</b>	
trazione pura	k2	<b>1.0</b>	
da normativa	k3	<b>3.4</b>	
da normativa	k4	<b>0.425</b>	
apertura fessure	wk	<b>0.3</b>	mm

### carichi e sollecitazioni

#### carichi

peso specifico cls	$\gamma_{cls}$	<b>25</b>	kN/m <sup>3</sup>
carico variabile	qk	<b>2</b>	kN/m <sup>2</sup>
coeff. parziale permanente	$\gamma_{G1}$	<b>1.35</b>	
coeff. parziale variabile	$\gamma_Q$	<b>1.5</b>	
carico SLS	qs <sub>sls</sub>	8.25	kN/m <sup>2</sup>
carico SLU	qs <sub>slu</sub>	11.4	kN/m <sup>2</sup>

#### sollecitazioni SLS

taglio	VEd	3.7	kN
momento	MEd	0.8	kNm
azione assiale correnti	NEd	4.4	kN

#### sollecitazioni SLU

taglio	VEd	5.1	kN
momento	MEd	1.2	kNm
azione assiale correnti	NEd	6.1	kN
azione assiale staffe	NEd	4.3	kN

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. FOGLIO C 108 di 116

### risultati

#### armatura inferiore

tensioni acciaio	$\sigma_s$	8.7	MPa
azione assiale fessurazione	N <sub>cr</sub>	98.1	kN
area efficace	A <sub>c,eff</sub>	-225.0	cm <sup>2</sup>
percentuale armatura	$\rho_p,eff$	-2.23	%
deformazione media	$\epsilon_{sm-\epsilon_{cm}}$	0.22	‰
distanza fessure	S <sub>r,max</sub>	3.1	cm
apertura fessure	w <sub>k</sub>	0.01	mm
azione assiale resistente	N <sub>Rd</sub>	196.7	kN

#### armatura superiore

carico critico euleriano	N <sub>cr</sub>	100.5	kN
fattore imperfezione	$\alpha$	0.49	
snellezza adimensionale	$\lambda$	1.01	
	$\phi$	1.20	
	$\chi$	0.54	
azione assiale resistente	N <sub>b,Rd</sub>	52.0	kN
fattore di sicurezza	N <sub>b,Rd</sub> /N <sub>Ed</sub>	8.53	

#### staffe traliccio

carico critico euleriano	N <sub>cr</sub>	10.3	kN
fattore imperfezione	$\alpha$	0.49	
snellezza adimensionale	$\lambda$	2.22	
	$\phi$	3.46	
	$\chi$	0.16	
azione assiale resistente	N <sub>b,Rd</sub>	7.9	kN
fattore di sicurezza	N <sub>b,Rd</sub> /N <sub>Ed</sub>	1.84	

#### freccia

freccia	f	0.0	mm
luce/freccia	L/f	29269.0	

La verifica risulta soddisfatta.



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 110 di 116

## 11.1 REAZIONI VINCOLARI SPALLA A

### APPOGGIO n°73 - Multidirezionale

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
73	ENVE SLU	Combination	0	0	1353
73	ENVE SLU	Combination	0	0	1109
73	ENVE SLV	Combination	0	0	1172
73	ENVE SLV	Combination	0	0	514
73	ENVE SLE RARA	Combination	0	0	986
73	ENVE SLE RARA	Combination	0	0	855

### APPOGGIO n°123 - Fisso

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
123	ENVE SLU	Combination	-968	389	1235
123	ENVE SLU	Combination	-1466	-45	800
123	ENVE SLV	Combination	448	2431	796
123	ENVE SLV	Combination	-1981	-2425	138
123	ENVE SLE RARA	Combination	-761	91	911
123	ENVE SLE RARA	Combination	-1077	-27	745

### APPOGGIO n°148- Fisso

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
148	ENVE SLU	Combination	1354	228	1433
148	ENVE SLU	Combination	831	-167	908
148	ENVE SLV	Combination	1981	2425	819
148	ENVE SLV	Combination	-448	-2431	161
148	ENVE SLE RARA	Combination	1001	27	1059
148	ENVE SLE RARA	Combination	682	-91	814

### APPOGGIO n°248 - Multidirezionale

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
248	ENVE SLU	Combination	0	0	1699
248	ENVE SLU	Combination	0	0	1441
248	ENVE SLV	Combination	0	0	1164
248	ENVE SLV	Combination	0	0	506
248	ENVE SLE RARA	Combination	0	0	1232
248	ENVE SLE RARA	Combination	0	0	1115

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 111 di 116

## 11.2 REAZIONI VINCOLARI SPALLA B

### APPOGGIO n°97 - Multidirezionale

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
97	ENVE SLU	Combination	0	0	1322
97	ENVE SLU	Combination	0	0	1082
97	ENVE SLV	Combination	0	0	1169
97	ENVE SLV	Combination	0	0	511
97	ENVE SLE RARA	Combination	0	0	899
97	ENVE SLE RARA	Combination	0	0	810

### APPOGGIO n°147 - Trasversale

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
147	ENVE SLU	Combination	-987	0	1172
147	ENVE SLU	Combination	-1435	0	743
147	ENVE SLV	Combination	527	0	773
147	ENVE SLV	Combination	-1900	0	115
147	ENVE SLE RARA	Combination	-771	0	785
147	ENVE SLE RARA	Combination	-1054	0	590

### APPOGGIO n°172 - Trasversale

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
172	ENVE SLU	Combination	1324	0	1379
172	ENVE SLU	Combination	872	0	817
172	ENVE SLV	Combination	1900	0	793
172	ENVE SLV	Combination	-527	0	135
172	ENVE SLE RARA	Combination	981	0	847
172	ENVE SLE RARA	Combination	701	0	659

### APPOGGIO n°272 - Multidirezionale

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
272	ENVE SLU	Combination	0	0	1659
272	ENVE SLU	Combination	0	0	1358
272	ENVE SLV	Combination	0	0	1163
272	ENVE SLV	Combination	0	0	505
272	ENVE SLE RARA	Combination	0	0	1174
272	ENVE SLE RARA	Combination	0	0	989

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 112 di 116

### 11.3 SPOSTAMENTO E RITEGNI SISMICI

Per ponti e viadotti costituiti da una serie di travi semplicemente appoggiate di uguale luce, salvo più accurate determinazioni, l'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi d'appoggio può essere valutata nella seguente maniera:

In direzione longitudinale:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2 \cdot D_t + 4 \cdot d_{Ed} \cdot k_2 + 2 \cdot d_{eg})$$

dove:

- $E_1 =$  spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;
- $E_2 =$  spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;
- $E_3 =$  spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;
- $k_1 =$  0,45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;
- $k_2 =$  0,55 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;
- $d_{Ed} =$  è lo spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento  $d_E$  prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come indicato nel paragrafo 7.3.3.3 del DM 17.01.2018 che di seguito si riporta.

$$E_1 = \alpha \cdot \Delta T \cdot L = 0.00001 \cdot 29 \cdot 25 \text{ m} = \mathbf{7.25 \text{ mm}}$$

$E_2 = 0$  Lo spostamento della spalla è pari a zero.

$$E_3 = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_c \cdot T_D = 0.025 \cdot 0.273g \cdot 1.302 \cdot 0.597 \cdot 2.691 = \mathbf{14.27 \text{ mm}}$$

$$E_L = 0.45(2 \cdot 0.00725 + 0 + 2 \cdot 0.01427) = \mathbf{19.4 \text{ mm}}$$

In ogni caso, dovrà risultare:

$$E_L \geq E_0 \quad \text{e} \quad E_L \geq E_i \quad \text{con} \quad i = 1, 2, 3$$

Per garantire un valore minimo di escursione, in funzione della sismicità del sito, il valore  $E_L$  dovrà essere assunto non minore di:

$$E_L \geq 3,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,10 \quad \text{e} \quad E_L \geq 0,15m \quad \text{per le zone classificate sismiche con } a_g(\text{SLV}) \geq 0,25 \text{ g}$$

$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \quad \text{e} \quad E_L \geq 0,10m \quad \text{per le zone classificate sismiche con } a_g(\text{SLV}) < 0,25 \text{ g}$$

$$E_L \geq 3,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,10 = \mathbf{182 \text{ mm}}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 113 di 116

### 11.3.1 Corsa appoggi mobili

La corsa degli apparecchi d'appoggio mobili deve essere non inferiore a  $\pm(E_L/2 + E_L/8)$  con un minimo di  $\pm(E_L/2 + 15 \text{ mm})$ . La grandezza  $E_L$  è definita nel punto 2.5.2.1.5.1

$$\pm\left(\frac{E_L}{2} + \frac{E_L}{8}\right) = 91.25 + 22.8 = \pm 114 \text{ mm}$$

### 11.3.2 Escursione giunti

Il giunto fra le testate di due travi adiacenti dovrà consentire una escursione totale pari a:

$$\pm(E_L/2 + 10 \text{ mm}) \quad \text{calcolata in accordo con il punto 2.5.2.1.5.1}$$

$$\pm\left(\frac{E_L}{2} + 10 \text{ mm}\right) = 91.25 + 10 = \pm 101.25 \text{ mm}$$

### 11.3.3 Ampiezza dei varchi

Il varco da prevedere fra le testate degli impalcato adiacenti, a temperatura media ambiente, dovrà essere non inferiore a:

$$V \geq E_L/2 + V_0 \quad \text{ove } V_0 = 20 \text{ mm}$$

$$V \geq \left(\frac{E_L}{2} + V_0\right) = 91.25 + 20 = 111.25 \text{ mm} \rightarrow \mathbf{150 \text{ mm}}$$

### 11.3.4 Ritegni sismici

Devono essere previsti ritegni sismici sia trasversali che longitudinali; questi ultimi dovranno essere disposti così da evitare l'urto delle testate affacciate degli impalcato adiacenti. A tal fine il ritegno sismico dovrà essere disposto ad una distanza, dal bordo della trave supportata dal vincolo mobile, pari a

$$V - \frac{V_0}{2}$$

La superficie di potenziale contatto fra trave e ritegno sismico dovrà essere rivestita con un cuscinetto di neoprene armato e di spessore opportuno; la distanza fra il cuscinetto di neoprene e la superficie della trave dovrà essere limitata a  $5 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  per i ritegni trasversali e quelli longitudinali lato appoggio fisso, mentre per i ritegni longitudinali essa dovrà essere pari  $\frac{E_L}{2} + 10 \text{ mm}$  con tolleranza  $\pm 2 \text{ mm}$ .

$$\left(V - \frac{V_0}{2}\right) = 150 - 10 = \mathbf{140 \text{ mm}}$$

#### 11.3.4.1 VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE ASSE PONTE

L'azione orizzontale attesa sui ritegni longitudinali è pari a  $H_L = 1225 \text{ kN}$ . La trasmissione dell'azione di taglio tra la sezione di ingresso della forza e la sezione di sommità del muro frontale è garantita mediante armature a taglio poste nel ritegno.

Si prevede infatti di disporre di coppie di staffe chiuse sovrapposte per un totale di 8 bracci resistenti  $\phi 10$  con interasse verticale pari a  $7.5 \text{ cm}$ .

- Massima azione orizzontale longitudinale,  $H_{L\max} = 1225 \text{ kN}$  (comb SLC)

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo impalcato</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>IV0100 001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>114 di 116</b>

La massima altezza dei ritegni è pari a 82 cm.

Definiti pertanto i parametri seguenti:

- |                                                              |                                             |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| - Geometria della sezione resistente,                        | B x L = 4800 x 540 mm                       |
| - Altezza utile della sezione,                               | d = 500 mm                                  |
| - Diametro dell'armatura a taglio,                           | φ = 10 mm                                   |
| - Numero delle barre disponibili per piano di taglio         | n = 8                                       |
| - Passo delle staffe                                         | s = 75 mm                                   |
| - Inclinazione dell'armatura rispetto all'asse dell'elemento | α = 90°                                     |
| - Inclinazione dei puntoni compressi                         | θ = 45°                                     |
| - Tensione di snervamento dell'acciaio B450C                 | f <sub>yd</sub> = 391.3 N/mm <sup>2</sup>   |
| - Tensione di compressione di progetto a taglio              | v x f <sub>cd</sub> = 9.4 N/mm <sup>2</sup> |

La resistenza a taglio della sezione lato acciaio risulta:  $V_{Rd,st} = 0.9 \times 500 \times 8 \times 78 / 70 \times 391.3 \times 10^{-3} = 1569 \text{ kN} > H_L$

La resistenza a taglio della sezione lato cls risulta:  $V_{Rd,c} = 0.9 \times 4800 \times 500 \times 0.5 \times 9.4 \times 10^{-3} = 10152 \text{ kN} > H_L$

La sezione risulta verificata.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C FOGLIO 115 di 116

### 11.3.4.2 VERIFICA DI RESISTENZA A FLESSIONE

L'azione di taglio determina un momento flettente sulla sezione di interfaccia tra baggio e muro frontale di spalla pari a  $M_{Ed} = H_L \times h = 1004.5 \text{ kNm}$

Si prevede di cucire il ritegno longitudinale al muro frontale mediante  $\varnothing 20/20$  armature conformate a U rovescia  
Si riporta la verifica di resistenza a flessione.

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	480	54	1	75,40	5
			2	75,40	50

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

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

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

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C25/30  
 ε<sub>su</sub> 67,5 % ε<sub>c2</sub> 2 %  
 f<sub>yd</sub> 391,3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3,5 %  
 E<sub>s</sub> 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14,17  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8 ?  
 ε<sub>syd</sub> 1,957 % σ<sub>c,adm</sub> 9,75  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,6  
 τ<sub>c1</sub> 1,829

M<sub>xRd</sub> 1 409 kN m  
 σ<sub>c</sub> -14,17 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3,5 %  
 ε<sub>s</sub> 30,67 %  
 d 50 cm  
 x 5,121 x/d 0,1024  
 δ 0,7

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

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 M-curvatura  
 Precompresso

Il momento resistente, sia in direzione longitudinale sia in direzione trasversale per simmetria, in mancanza di azione assiale di compressione (a favore di sicurezza si trascura lo schiacciamento atteso dagli appoggi) risulta pari a 1409 kNm e maggiore del massimo momento sollecitante.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Soci MANDANTI NET ENGINEERING ELETTRI-FER		PINI M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IV0100 001	REV. C	FOGLIO 116 di 116

### 11.3.4.3 VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE TRASVERSALE ALL'ASSE PONTE

L'azione orizzontale attesa sui ritegni trasversali è pari a  $H_L = 615$  kN. La trasmissione dell'azione di taglio tra la sezione di ingresso della forza e la sezione di sommità del muro frontale è garantita mediante armature a taglio poste nel ritegno.

Si prevede infatti di disporre di coppie di staffe chiuse sovrapposte per un totale di 2 bracci resistenti  $\phi 10$  con interasse verticale pari a 5 cm.

- Massima azione orizzontale trasversale per singolo ritegno,  $H_{Tmax} = 205$  kN (comb SLC)

Definiti pertanto i parametri seguenti:

- Geometria della sezione resistente,  $B \times L = 480 \times 510$  mm
- Altezza utile della sezione,  $d = 430$  mm
- Diametro dell'armatura a taglio,  $\phi = 10$  mm
- Numero delle barre disponibili per piano di taglio,  $n = 2$
- Passo delle staffe,  $s = 50$  mm
- Inclinazione dell'armatura rispetto all'asse dell'elemento,  $\alpha = 90^\circ$
- Inclinazione dei puntoni compressi,  $\theta = 45^\circ$
- Tensione di snervamento dell'acciaio B450C,  $f_{yd} = 391.3$  N/mm<sup>2</sup>
- Tensione di compressione di progetto a taglio,  $v \times f_{cd} = 9.4$  N/mm<sup>2</sup>

La resistenza a taglio della sezione lato acciaio risulta:

$$V_{Rd,st} = 0.9 \times 430 \times 2 \times 78 / 50 \times 391.3 \times 10^{-3} = 472 \text{ kN} > H_T = 205 \text{ kN}$$

La resistenza a taglio della sezione lato calcestruzzo risulta:

$$V_{Rd,c} = 0.9 \times 510 \times 430 \times 0.5 \times 9.4 \times 10^{-3} = 927 \text{ kN} > H_T$$

La sezione risulta verificata.