

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

SOCI:

HIRPINIA - ORSARA AV



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:




PROGETTO ESECUTIVO

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

ELBORATI GENERALI

Relazione di calcolo ponte 33m singolo (P1-SPA)

APPALTATORE Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/02/2022	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	PROGETTISTA  Ing. A. Miazzon
---	---	---

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF3A	02	E	ZZ	CL	VI0009	005	C	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	M ingegneria	08/02/2022	L.Rampin	08/02/2022	L.Rampin	08/02/2022	A. Miazzon 08/02/2022
B	C 08.01 - A valle del contraddittorio	M ingegneria	24/06/2022	L.Rampin	24/06/2022	L.Rampin	24/06/2022	
C	C 08.03 - A valle del contraddittorio	M ingegneria	30/09/2022	L.Rampin	30/09/2022	L.Rampin	30/09/2022	

File: IF3A02EZZCLVI0009005C.docx

n. Elab.: -

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 2 di 133

Indice

1	INTRODUZIONE	5
1.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO.....	5
2	SIMBOLOGIA	7
2.1	DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
2.1.1	CALCESTRUZZO	7
2.1.2	ACCIAIO	7
2.2	DEFINIZIONE DELL'EFFETTO TERMICO	7
2.3	DEFINIZIONE DEI CARICHI E SOVRACCARICHI	7
2.4	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	8
2.4.1	UNITÀ DI MISURA ADOTTATE	8
2.4.2	SEZIONE IN ACCIAIO	8
2.4.3	SEZIONE IN CALCESTRUZZO.....	8
2.5	CARATTERISTICHE GEOMETRICO STATICO INERZIALI.....	9
2.5.1	SEZIONE RESISTENTE PRINCIPALE.....	9
2.5.2	ANIMA TRAVE PRINCIPALE	9
2.6	PARAMETRI DELLA SOLLECITAZIONE.....	10
2.7	BULLONATURE E PIOLI.....	10
2.8	VERIFICHE.....	10
3	ELENCO DISEGNI.....	11
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	13
5	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	16
6	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	17
6.1	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA	17
6.2	CALCESTRUZZO PER LA SOLETTA	17
6.3	ACCIAIO PER OPERE IN C.A.....	18
6.4	LASTRE PREDALLE	18
6.5	BULLONI	18
6.6	PIOLI CONNETTORI.....	19
6.7	SALDATURE.....	19
7	METODO DI VERIFICA	20
7.1	COEFFICIENTI DI SICUREZZA.....	20

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 4 di 133

10.4.5	VERIFICA DEGLI IRRIGIDITORI TRASVERSALI	79
10.4.6	VERIFICA DELLE SALDATURE DI COMPOSIZIONE DELLE TRAVI.....	79
10.5	VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' DELLE ASTE	81
10.5.1	DIAGONALI DI CONTROVENTO SUPERIORI.....	81
10.5.2	DIAGONALI DI CONTROVENTO INFERIORI	83
10.5.3	DIAFRAMMI	85
10.5.4	TRAVERSI.....	88
10.5.5	DIAFRAMMA DI TESTA.....	92
10.6	VERIFICHE A FATICA.....	93
10.6.1	DETTAGLIO 56: ATTACCO PIATTO DI CONTROVENTO SUPERIORE A CORDONE D'ANGOLO	95
10.6.2	DETTAGLIO 71: ATTACCHI TRASVERSALI.....	97
10.6.3	DETTAGLIO 80: GIUNTI TRASVERSALI A PIENA PENETRAZIONE	99
10.6.4	DETTAGLIO 80: SALDATURE A CORDONI D'ANGOLO	101
10.6.5	DETTAGLIO 112: GIUNTI BULLONATI.....	103
10.6.6	VERIFICA DI RESISTENZA A FATICA NEI TRAVERSI.....	105
10.7	VERIFICHE DI DEFORMABILITA' DELL'IMPALCATO	106
10.7.1	STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER LA SICUREZZA DEL TRAFFICO FERROVIARIO.....	106
10.7.2	STATO LIMITE PER IL COMFORT DEI PASSEGGERI	106
10.7.3	INFLESSIONE NEL PIANO ORIZZONTALE DELL'IMPALCATO	107
10.7.4	DEFORMAZIONI TORSIONALI DELL'IMPALCATO	107
10.8	CONTROFRECCIA DI MONTAGGIO	109
10.9	VERIFICHE IN FASE DI SOSTITUZIONE DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO.....	109
10.10	REAZIONI VINCOLARI.....	111
10.11	ESCURSIONE LONGITUDINALE, GIUNTI E VARCHI.....	112
10.12	RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI E TRASVERSALI.....	113
10.12.1	RITEGNO SISMICO TRASVERSALE	114
10.12.2	RITEGNO SISMICO LONGITUDINALE.....	115
10.13	ANTISOLLEVAMENTO	119
10.14	VERIFICA DEL CAMMINAMENTO FFP.....	121
11	SOLETTA.....	133

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 5 di 133

1 INTRODUZIONE

Il presente documento contiene le verifiche delle sovrastrutture di impalcato da ponte ferroviario relative alle due travate di luce 31,65 m a singolo binario del viadotto Cervaro, posizionate tra la pila P1 e la spalla A, facenti parte del progetto di raddoppio della tratta Apice – Orsara – II° lotto funzionale Hirpinia – Orsara.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) in accordo con le disposizioni vigenti in Italia e con riferimento alla classificazione sismica del territorio nazionale, secondo il DM 17 gennaio 2018.

1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Nell'ambito dell'Itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Hirpinia-Orsara che rappresenta il secondo lotto della tratta in variante Apice-Orsara, il cui primo lotto (Apice-Hirpinia) si trova attualmente in fase di esecuzione da parte del Consorzio Hirpinia AV.

La riqualificazione e lo sviluppo dell'itinerario Roma/Napoli – Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti agli attuali scenari perseguendo la scelta delle migliori soluzioni che garantiscano la velocizzazione dei collegamenti e l'aumento dell'offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevando l'accessibilità al servizio medesimo nelle aree attraversate.



Fig. 1 – Corografia dell'intera tratta Napoli Bari, con dettaglio della tratta Hirpinia-Orsara

La variante oggetto del presente documento interessa il tratto centrale della direttrice Napoli – Bari e risulta strategica nel riassetto complessivo dei collegamenti metropolitani, regionali e lunga percorrenza previsto con la realizzazione di tutto il potenziamento. Si colloca in territorio campano e pugliese ed i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Flumeri, Savignano Irpino e Montaguto; per la provincia di Foggia: Panni e Orsara di Puglia.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 6 di 133

Il tracciato della Bovino – Orsara - Hirpinia è stato progressivato rispetto all'orientamento della Linea Storica partendo da Bovino con la pk 29+050 (fine tratta Cervaro-Bovino) fino ad Orsara con pk 40+889 (imbocco galleria Orsara) dove inizia la tratta oggetto del presente progetto esecutivo che si estende fino ad Hirpinia con pk 68+955.

La linea AV/AC si sviluppa prevalentemente in galleria con una velocità compresa tra 200 e 250 Km/h ed ha una lunghezza complessiva L=28,06 km.

Il nuovo tracciato ferroviario ha inizio alla pk 40+889.793 (BP) in corrispondenza dell'inizio del collegamento di 1^ fase della tratta Bovino – Orsara, per il quale in questo progetto è prevista la dismissione.

Il tracciato prosegue come prolungamento della nuova linea a doppio binario inizialmente con l'interasse a 4m per poi divergere fino all'imbocco dalla galleria naturale Hirpinia (lato Bari) per la quale è previsto l'imbocco a canne separate.

Il corpo ferroviario compreso tra l'inizio del progetto e la pk 41+046.85 è già realizzato nell'ambito degli interventi della tratta Bovino – Orsara, come lo sono anche i piazzali tecnologici Nord e Sud, la SSE e il sottopasso di collegamento tra la viabilità di accesso alla stazione e i piazzali suddetti.

Dal km 41+046.85 dopo un breve tratto in rilevato inizia lo scatolare che si collega direttamente al viadotto VI01 sul torrente Cervaro di L= 313.65m.

In questo contesto si colloca anche la nuova Stazione di Orsara (pk 40+074.95).

La galleria "Hirpinia" inizia alla pk 41+435.91 a pochi metri dalla spalla del viadotto VI01 (pk 41+428.29) e finisce alla pk 68+537.41. La galleria lato Bari imbocca direttamente con le canne separate e prosegue a doppia canna fino ad Hirpinia dove attraverso un camerone di collegamento in prossimità dell'uscita lato Napoli diventa a singola canna doppio binario per consentire ai binari di avvicinarsi all'interasse di 4m e collegarsi con i binari di corsa della stazione di Hirpinia, già realizzata nella tratta Apice - Hirpinia.

Lo sviluppo complessivo della galleria è di 27 Km circa.

L'interasse delle due canne è prevalentemente di 40 m ad eccezione di un tratto compreso tra le pk 48+000 e pk 57+800 circa all'interno del quale l'interasse è stato allargato a 50 m; per l'intera galleria le canne sono collegate tra di loro da by-pass trasversali a passo 500 m per consentire l'esodo dei passeggeri.

Tra le pk 57+195 e 57+605 è stato inserito un luogo sicuro intermedio dotato di marciapiedi FFP di lunghezza L=410 m. L'esodo all'aperto dei passeggeri avviene attraverso la finestra F1 direttamente collegata con la viabilità locale attraverso un piazzale di sicurezza.

L'uscita della finestra F1 si trova in località Contrada Stratola, in corrispondenza dell'uscita della galleria sono stati ubicati anche i piazzali tecnologici e la nuova SSE di Ariano Irpino.

La linea AV/AC è progettata nel tratto allo scoperto (stazione di Orsara) con una velocità di tracciato di 200 Km/h, con una velocità di 250 Km/h per tutto il restante tracciato in galleria per poi riscendere a 200 Km/h in corrispondenza del camerone di Hirpinia proprio per l'approssimarsi alla stazione di Hirpinia.

Lungo la galleria sono previste alcune finestre costruttive necessarie per la realizzazione con il metodo tradizionale dei tratti di galleria.

Uscito dalla galleria il tracciato termina alla pk 68+953.375 (BP), coincidente con la pk 0+700 della tratta Apice – Hirpinia, in prossimità dei tronchini per l'attestamento dei treni da e per Napoli previsti nella stazione di Hirpinia di 1^ fase.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 7 di 133

2 SIMBOLOGIA

2.1 DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.1.1 Calcestruzzo

t_0	l'età del conglomerato a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro	[giorni]
A_c	l'area della sezione del conglomerato	[cm ²]
u	il perimetro della sezione di conglomerato a contatto con l'atmosfera	[cm]
$\epsilon_{r,\infty}$	contrazione finale del conglomerato dovuta al ritiro	
ϵ_r	valore di calcolo per la contrazione del conglomerato dovuta al ritiro	
E_c	modulo elastico del calcestruzzo per carichi di breve durata	[N/mm ²]
E^*_c	modulo elastico del calcestruzzo per carichi di lunga durata	[N/mm ²]
Φ_∞	coefficiente finale di viscosità	
n_0	coefficiente di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo per carichi di breve durata	
f_{ck}	resistenza caratteristica del calcestruzzo	[N/mm ²]

2.1.2 Acciaio

E_s	modulo elastico dell'acciaio	[N/mm ²]
-------	------------------------------	----------------------

2.2 DEFINIZIONE DELL'EFFETTO TERMICO

$\epsilon_{\Delta T}$	variazione di lunghezza unitaria per effetto di una variazione termica	
ΔT	variazione termica	[°C]
α	coefficiente di dilatazione termica	[1/°C]

2.3 DEFINIZIONE DEI CARICHI E SOVRACCARICHI

G_1	peso proprio delle strutture
G_2	carichi permanenti portati
Q_1, Q_2	carichi mobili
Q_3, Q_4	azioni longitudinali di avviamento/frenatura
Q_5, Q_6	azione centrifuga
Q_7, Q_8	azione di serpeggio
Q_9, Q_{10}	effetto delle variazioni termiche
Q_{13}	ritiro del calcestruzzo
Q_{14}, Q_{15}, Q_{16}	azione da vento
Q_{17}	azione da folla sui marciapiedi
Q_{18}	azione da sisma longitudinale
Q_{19}	azione da sisma trasversale
Q_{20}	azione da sisma verticale
Q_{21}	resistenze parassite dei vincoli
Q_{22}	deragliamento

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 9 di 133

2.5 CARATTERISTICHE GEOMETRICO STATICO INERZIALI

2.5.1 Sezione resistente principale

Y_g	coordinata del baricentro valutata dal bordo inferiore della trave in acciaio	[mm]
J_x	momento d'inerzia della sezione rispetto all'asse X	[cm ⁴]
J_y	momento d'inerzia della sezione rispetto all'asse Y	[cm ⁴]
$W_{x\ cls\ sup}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza del bordo superiore della sezione di calcestruzzo	[cm ³]
$W_{x\ arm\ sup}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza delle armature superiori	[cm ³]
$W_{x\ arm\ inf}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza delle armature inferiori	[cm ³]
$W_{x\ acc}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza del bordo del bordo superiore della sezione di acciaio	[cm ³]
$W_{x\ an\ sup}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza dell'anima al lembo superiore	[cm ³]
$W_{x\ an\ inf}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza dell'anima al lembo inferiore	[cm ³]
$W_{x\ acc\ inf}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza del bordo inferiore della sezione di acciaio	[cm ³]
$W_{y\ cls}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza del lembo esterno del calcestruzzo	[cm ³]
$W_{y\ supE}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza del lembo esterno della piattabanda superiore	[cm ³]
$W_{y\ supI}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza del lembo interno della piattabanda superiore	[cm ³]
$W_{y\ an}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza dell'anima di acciaio	[cm ³]
$W_{y\ infE}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza del lembo esterno della piattabanda inferiore	[cm ³]
$W_{y\ infI}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza del lembo interno della piattabanda inferiore	[cm ³]
S_{sol}	momento statico valutato sul baricentro della soletta di calcestruzzo	[cm ³]
S_{pioli}	momento statico valutato all'attacco dei pioli sulla piattabanda superiore	[cm ³]
$S_{an\ sup}$	momento statico valutato all'estremo superiore dell'anima	[cm ³]
$S_{an\ inf}$	momento statico valutato all'estremo inferiore dell'anima	[cm ³]
$S_{x\ max}$	momento statico valutato sul baricentro della sezione	[cm ³]
J_{tors}	momento d'inerzia torsionale della sezione in esame	[cm ⁴]

2.5.2 Anima trave principale

I	momento d'inerzia dell'irrigiditore rispetto alla sezione d'attacco con l'anima	[cm ⁴]
h_w	altezza dell'anima fra le piattabande	[mm]
t_w	spessore dell'anima	[mm]
σ_1	tensione normale al lembo compresso della trave	[N/mm ²]
σ_2	tensione normale al lembo teso della trave	[N/mm ²]
τ	tensione tangenziale	[N/mm ²]
α	rapporto tra a e h_w	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 11 di 133

3 ELENCO DISEGNI

I disegni relativi al viadotto Cervaro sono i seguenti:

GENERALI	
IF3A02EZZTTVI0000001	Tabella Materiali e Note generali
IF3A02EZZWZVI000Z001	Piattaforma in corrispondenza di Fire Fighting Point (FFP)
IF3A02EZZBZVI0009001	Schema conci travate e distribuzione dei materiali
IF3A02EZZBZVI000A001	Pianta soletta in calcestruzzo e sezioni tipiche - Carpenteria
IF3A02EZZBZVI000A002	Forometria soletta, particolari costruttivi e finiture
IF3A02EZZBZVI0009002	Ritegno sismico trasversale a dispositivo antisollevamento campate 40m e 33mm
IF3A02EZZBZVI0009003	Ritegno sismico trasversale a dispositivo antisollevamento campate 60m
IF3A02EZZBZVI0009004	Ritegni longitudinali campate 40m, 60m, 33m
IF3A02EZZBZVI0009005	Schemi controfreccia di montaggio
IF3A02EZZBZVI0009006	Dettagli di saldatura
IF3A02EZZBZVI0007001	Schemi apparecchi di appoggio e giunti
SPA-P1 LATO MONTE	
IF3A02EZZBZVI0109001	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109002	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109003	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pila P1 e spalla SPA
IF3A02EZZBZVI0109004	Sezioni trasversali: diaframmi D1
SPA-P1 LATO VALLE	
IF3A02EZZBZVI0109005	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109006	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109007	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pila P1 e spalla SPA
IF3A02EZZBZVI0109008	Sezioni trasversali: diaframma D1
P1-P2 LATO MONTE	
IF3A02EZZBZVI0109009	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109010	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109011	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P1 e P2
IF3A02EZZBZVI0109012	Sezioni trasversali: diaframma D1
P1-P2 LATO VALLE	
IF3A02EZZBZVI0109013	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109014	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109015	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P1 e P2
IF3A02EZZBZVI0109016	Sezioni trasversali: diaframma D1
P2-P3	
IF3A02EZZBZVI0109017	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109018	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109019	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P2 e P3
IF3A02EZZBZVI0109020	Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 12 di 133

P3-P4	
IF3A02EZZBZVI0109021	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109022	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109023	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P e P4
IF3A02EZZBZVI0109024	Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2
P4-P5	
IF3A02EZZBZVI0109025	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109026	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109027	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P4 e P5
IF3A02EZZBZVI0109028	Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2
P5-P6	
IF3A02EZZBZVI0109029	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109030	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109031	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P5 e P6
IF3A02EZZBZVI0109032	Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2
P6-SPB	
IF3A02EZZBZVI0109033	Pianta generale e sezioni principali
IF3A02EZZBZVI0109034	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109035	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pila P6 e spalla SPB
IF3A02EZZBZVI0109036	Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2
MONTAGGIO	
IF3A02EZZDZVI0100001	Montaggio Soluzione A: Fase1
IF3A02EZZDZVI0100002	Montaggio Soluzione A: Fase2
IF3A02EZZDZVI0100003	Montaggio Soluzione A: Fase3
IF3A02EZZDZVI0100004	Montaggio Soluzione A: Fase4
IF3A02EZZDZVI0100005	Montaggio Soluzione A: Fase5
IF3A02EZZDZVI0100006	Montaggio Soluzione A: Fase6
IF3A02EZZDZVI0100007	Montaggio Soluzione B: Fase1
IF3A02EZZDZVI0100008	Montaggio Soluzione B: Fase2
IF3A02EZZDZVI0100009	Montaggio Soluzione B: Fase3
IF3A02EZZDZVI0100010	Montaggio Soluzione B: Fase4
IF3A02EZZDZVI0100011	Montaggio Soluzione B: Fase5

Le relazioni di calcolo relative ai viadotti sono le seguenti:

IF3A02EZZCLVI0009001	Relazione di calcolo ponte 40m doppio (SPB-P6)
IF3A02EZZCLVI0009002	Relazione di calcolo ponte 40m doppio (P4-P3)
IF3A02EZZCLVI0009003	Relazione di calcolo ponte 60m doppio (P3-P2)
IF3A02EZZCLVI0009004	Relazione di calcolo ponte 60m singolo (P2-P1)

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 13 di 133

4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

I ponti in oggetto sono realizzati in sistema misto acciaio-calcestruzzo con schema statico di trave appoggiata in singola campata di luce 31,65 m in asse appoggi e lunghezza complessiva 33,65 m.

Le due travate risultano tra loro indipendenti e presentano le medesime caratteristiche geometriche a meno del raggio di curvatura dell'asse binario: il binario pari ha un raggio di 5000m, mentre il binario dispari risulta rettilineo. In entrambi i casi l'asse binario è pressoché centrato rispetto alle travi principali dell'impalcato.

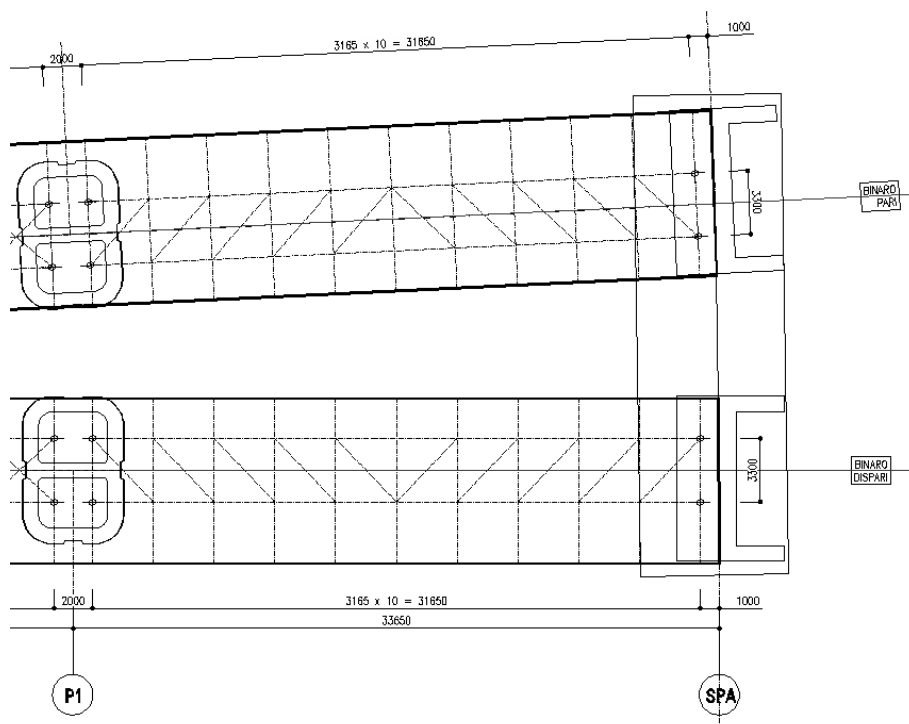


Fig. 2 – Pianta impalcato P1 - SpallaA

La travata è simmetrica rispetto alla mezzeria ed è costituita da 3 conci di 2 tipologie disposti in successione, ciascuno di lunghezza pari a circa 11 m.

La struttura è costituita da due travi a doppio T collegate tramite diaframmi e controventi orizzontali in modo da formare un cassone. La distanza tra le anime del cassone è pari a 3,3 m.

La soletta in calcestruzzo armato ha una larghezza complessiva variabile e sarà gettata in opera su lastre predalle in calcestruzzo. Lo spessore della soletta è variabile da un minimo di 37 cm circa in corrispondenza del cordolo esterno ad un massimo di 47 cm circa in mezzeria, incluso lo spessore delle lastre predalle. È resa collaborante con la sottostante porzione in acciaio mediante pioli Nelson.

Le travi hanno un'altezza costante di 2,75 m per tutta la lunghezza del ponte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 14 di 133

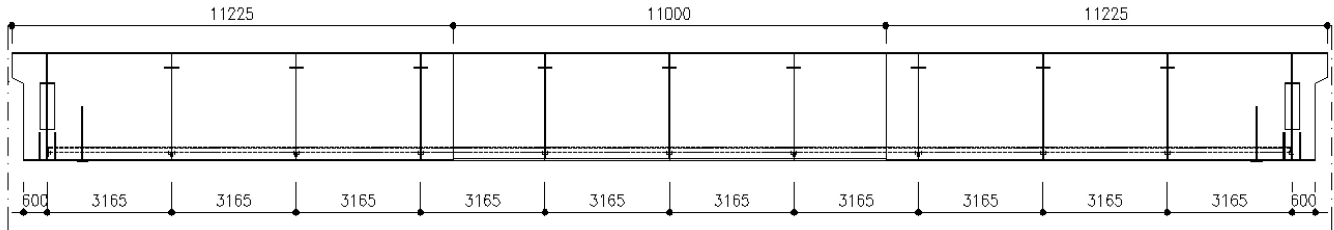


Fig. 3 – Prospetto longitudinale dell'impalcato

Il cassone è controventato superiormente e inferiormente tramite aste con schema a Z.

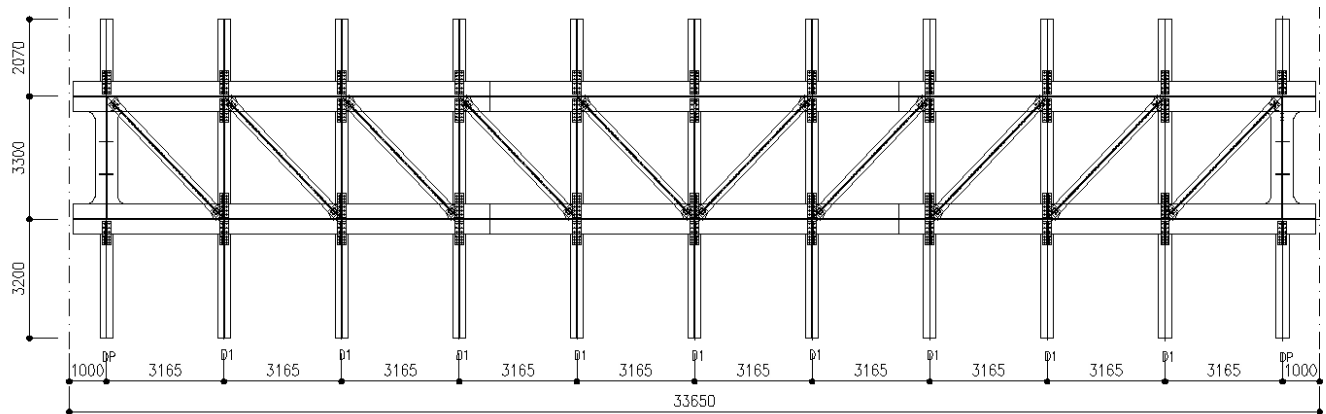


Fig. 4 – Pianta di impalcato superiore

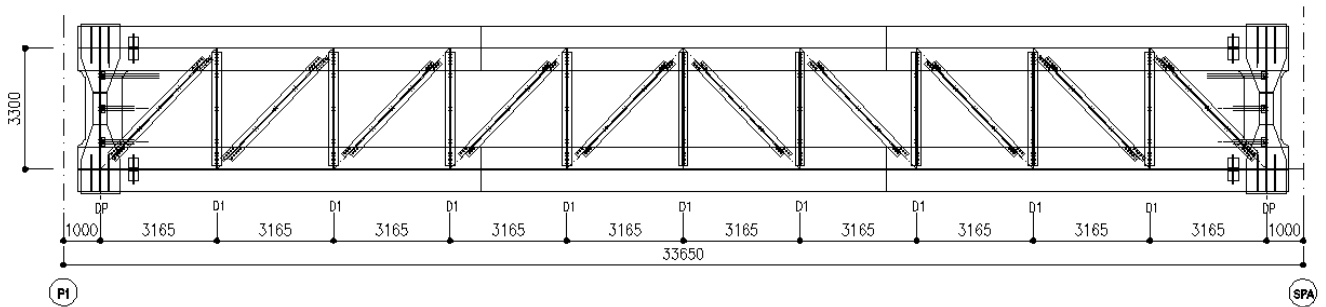


Fig. 5 – Pianta di impalcato inferiore

I diaframmi interni al cassone sono costituiti da aste diagonali disposte con schema a K. In corrispondenza degli appoggi, i diaframmi sono costituiti da travi ad anima piena.

Trasversalmente sono previsti dei traversi piolati che sostengono la soletta e chiudono superiormente i diaframmi.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 15 di 133

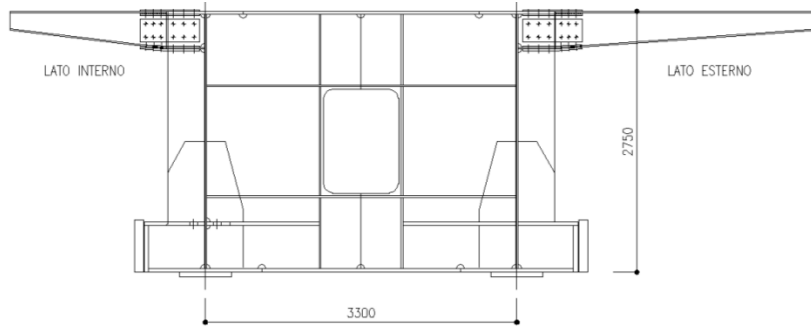


Fig. 6 – Diaframma di testa

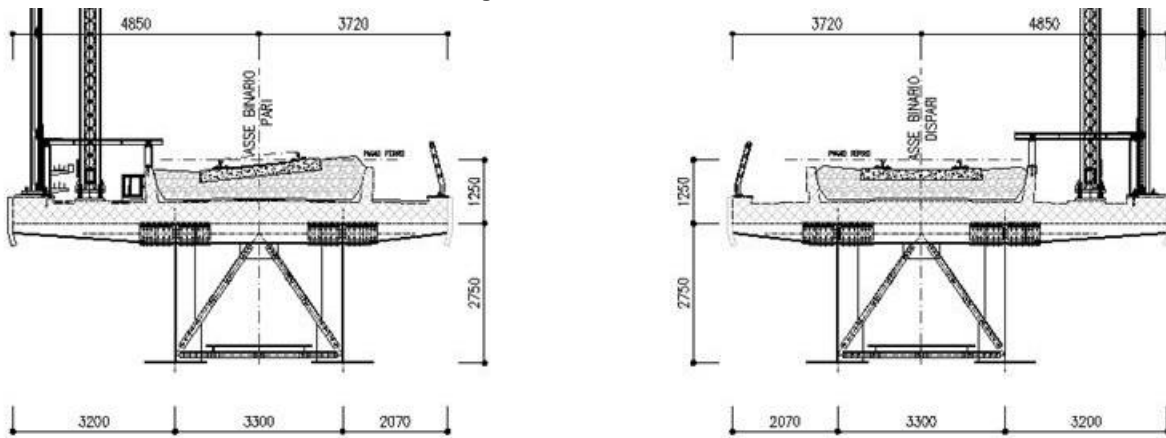


Fig. 7 – Sezione trasversale architettonica

Per quanto riguarda i dispositivi di vincolo dell’impalcato alle sottostrutture, si prevede il seguente schema di vincolo:

- due appoggi fissi in pila P1:
- un appoggio unidirezionale (scorrevole in senso longitudinale) ed un multidirezionale in spalla A

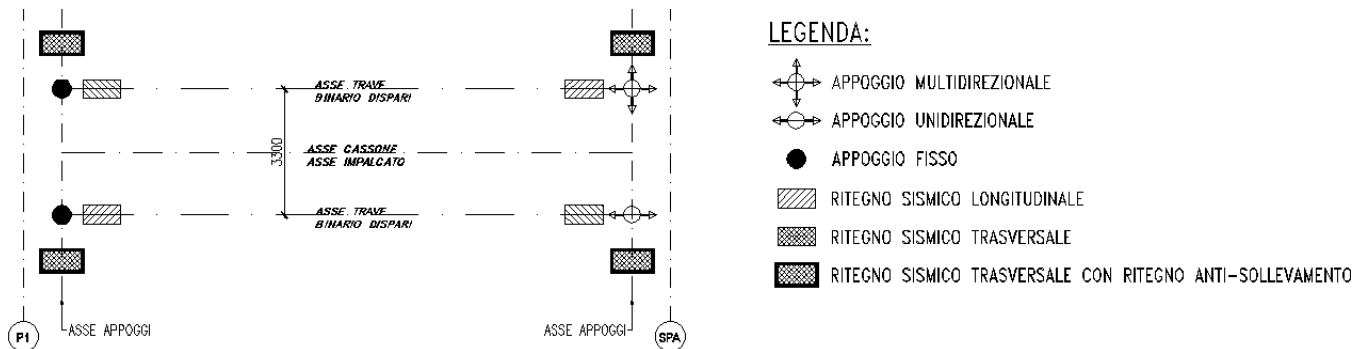


Fig. 8 – Schema appoggi

Come da schema in Fig. 8 inoltre sono previsti ritegni sismici longitudinali e trasversali ed un ritegno anti-sollevamento.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA													
PROGETTO ESECUTIVO	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0009 005</td> <td>C</td> <td>16 di 133</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0009 005	C	16 di 133
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	VI0009 005	C	16 di 133								

5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto è redatto secondo la seguente normativa:

- Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. del 17 Gennaio 2018: Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- C.M. 21/01/2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- CNR-UNI 10011: "Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione"
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 D: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- RFI DTC SI PS SP IFS 002 D: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- STI 2014 – REGOLAMENTO UE N.1299/2014 della commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

Nella redazione dei progetti e nelle verifiche strutturali si è inoltre fatto riferimento alla normativa Europea di seguito specificata:

- UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture
 Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento
- UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo
 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo
 Parte 2: Ponti
- UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio
 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio
 Parte 2: Ponti
- UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica
 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica
 Parte 2: Ponti

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 17 di 133

6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riassumono di seguito le caratteristiche principali dei materiali. Si rimanda alla tavola di progetto specifica per ulteriori dettagli.

6.1 ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA

Le strutture principali del ponte sono realizzate in acciaio S355 secondo EN10025, dove:

- $t \leq 40$ mm $f_{yk} = 355$ MPa e $f_u = 510$ MPa
- $40 < t \leq 80$ mm $f_{yk} = 335$ MPa e $f_u = 470$ MPa

Modulo elastico $E_s = 210\,000$ MPa.

6.2 CALCESTRUZZO PER LA SOLETTA

$R_{ck} = 40$ N/mm² (C32/40) resistenza caratteristica (frattile 5%) dei cubetti a 28 gg
tipo cemento CEM I-V

Rapporto acqua cemento ≤ 0.50

Consistenza plastica = Classe di Slump S4

Classe di esposizione XC4

Copriferro = 45 mm

Diametro massimo dell'inerte per le strutture ≤ 20 mm

Si impiegano additivi anti-ritiro che consentono di ottenere un valore di contrazione per ritiro $\epsilon_{rit} = -1,34 \times 10^{-4}$ (calcolo deformazione da ritiro al §8.9).

Dalla tabella 4.1.IV del DM2018 si ricava l'apertura ammissibile delle fessure per le condizioni ambientali molto aggressive e in presenza di armatura poco sensibile.

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

w_1, w_2, w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4, il valore w_k è definito al § 4.1.2.2.4.5.

Fig. 9 – Stato limite di fessurazione – tabella 4.1.IV del D.M. 2018

Nel caso di armatura poco sensibile, lo stato limite di apertura delle fessure, nelle combinazioni frequente e quasi permanente, è definito da $w_1 = 0,2$ mm.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 18 di 133

6.3 ACCIAIO PER OPERE IN C.A.

Acciaio per barre d'armatura: B450C controllato in stabilimento (barre ad aderenza migliorata)

Acciaio per reti elettrosaldate: B450C (secondo le prescrizioni del D.M. 17-1-2018)

- $5 < \varnothing < 30$ mm. acciaio per cemento armato B450C.
- $1.15 \leq (f_t/f_y)_k < 1.35$
- $f_{yk} = 450$ N/mm² tensione caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 540$ N/mm² tensione caratteristica di rottura

Per la piegatura delle barre si fa riferimento al D.M. 17-1-2018.

6.4 LASTRE PREDALLE

Calcestruzzo

Classe di resistenza minima C32/40

Tipo cemento CEM I-V

Rapporto acqua cemento ≤ 0.50

Classe minima di consistenza S4

Classe di esposizione ambientale XC4

Copriferro = 35 mm

Diametro massimo dell'inerte ≤ 20 mm

Acciaio

Barre e reti elettrosaldate in acciaio B450C saldabile

- $5 < \varnothing < 30$ mm. acciaio per cemento armato B450C.
- $1.15 < (f_t/f_y)_k < 1.35$
- $f_{yk} = 450$ N/mm² tensione caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 540$ N/mm² tensione caratteristica di rottura

Per la piegatura delle barre si fa riferimento al DM 17-1-2018

6.5 BULLONI

Strutture principali

- viti 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 UNI EN 14399-4
- dadi 10 secondo UNI EN 20898-2:1994 UNI EN 14399-4

Strutture secondarie

- Viti classe 8.8 UNI EN ISO 898-1, UNI EN 14399-4
- Dadi classe 8 UNI EN 20898-2, UNI EN 14399-4

Gioco foro-bullone:

- STRUTTURE SECONDARIE: 1 mm (compresa tolleranza della vite)
- STRUTTURE PRINCIPALI: bulloni a taglio con accoppiamento di precisione, con gioco foro-bullone, comprensivo delle rispettive tolleranze, non superiore a 0,3 mm per $\varnothing \leq 20$ mm e non superiore a 0,5 mm per $\varnothing > 20$ mm, essendo \varnothing il diametro del bullone.

I giunti bullonati sono calcolati a taglio, considerando la resistenza dei bulloni cl. 8.8 sebbene da progetto siano previsti bulloni cl.10.9.

La resistenza a taglio è calcolata come da D.M. 2018, ossia:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 19 di 133

$$F_{V,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A / \gamma_{M2} = 0,6 \times 800 \times 572 / 1,25 / 1000 = 220 \text{ kN (per bulloni M27)}$$

Tale valore risulta inferiore alla resistenza dei bulloni M27 di classe 10.9 ridotta del 15%, come prescritto nel "Manuale di progettazione delle opere civili – parte II – sezione 2 – ponti e strutture" (Fig. 10). Infatti la resistenza a taglio di un bullone M27 cl.10.9 calcolata secondo D.M.2018 risulta:

$$F_{V,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A / \gamma_{M2} = 0,6 \times 1000 \times 572 / 1,25 / 1000 = 275 \text{ kN}$$

Riducendo tale valore del 15% si ottiene una resistenza a taglio pari a 234 kN, ossia maggiore della resistenza considerata in fase di progetto.

2.5.2.3.6.2 Giunzioni con bulloni a taglio

Per quanto riguarda il calcolo delle unioni bullonate a taglio vale quanto riportato al paragrafo 4.2.8 del DM 17.01.2018 con una riduzione del 15% dei limiti di resistenza indicati nel detto paragrafo.

Per la verifica a fatica dei bulloni si farà riferimento alla relativa curva SN riportata nella EN 1993.

Sono ammessi bulloni con diametro 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 24 - 27 mm.

Nel progetto del giunto si dovrà tener conto, nella definizione degli interassi e della distanza dai margini dei pezzi da unire, della possibilità di alesatura a diametro superiore.

Per strutture con armamento diretto o travate di luce > 60 m si dovrà tener adeguatamente conto del gioco foro-bullone nella valutazione della deformata della travata, il relativo contributo dovrà essere considerato nella contro-freccia di montaggio.

Fig. 10 – Estratto dal "Manuale di progettazione delle opere civili"

6.6 PIOLI CONNETTORI

Si utilizzano pioli tipo Nelson in acciaio S235JR+ C450 (St37/3k) con:

- snervamento $f_y \geq 350 \text{ N/mm}^2$
- rottura $f_u \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Norma di riferimento: EN 13918

6.7 SALDATURE

Le saldature realizzate mediante cordoni d'angolo che uniscono due lamiere di spessori S_1 e S_2 ($S_1 \geq S_2$) devono avere il lato Z soddisfacente la limitazione seguente (eccetto dove diversamente indicato nei disegni):

$$0,7 \times S_2 = Z$$

Per ulteriori indicazioni sulle saldature si rimanda alle tavole di dettaglio.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 20 di 133

7 METODO DI VERIFICA

L'analisi globale della struttura è effettuata con il metodo elastico, pertanto si valutano gli effetti delle azioni nell'ipotesi che il legame tensione-deformazione del materiale sia infinitamente lineare.

La struttura viene verificata secondo il metodo semiprobabilistico degli stati limite, confrontando le tensioni calcolate con la tensione limite come definito nel D.M.2018 § 4.2.4.1.2, ossia:

4.2.4.1.2 Resistenza delle membrature

Per la verifica delle travi la resistenza di progetto da considerare dipende dalla classificazione delle sezioni.

La verifica in campo elastico è ammessa per tutti i tipi di sezione, con l'avvertenza di tener conto degli effetti di instabilità locale per le sezioni di classe 4.

Le verifiche in campo elastico, per gli stati di sforzo piani tipici delle travi, si eseguono con riferimento al seguente criterio:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{z,Ed}\sigma_{x,Ed} + 3\tau_{Ed}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{M0})^2 \quad [4.2.4]$$

dove:

$\sigma_{x,Ed}$ è il valore di progetto della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione parallela all'asse della membratura;

$\sigma_{z,Ed}$ è il valore di progetto della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione ortogonale all'asse della membratura;

τ_{Ed} è il valore di progetto della tensione tangenziale nel punto in esame, agente nel piano della sezione della membratura.

Fig. 11 – estratto da § 4.2.4.1.2 “Resistenza delle membrature” del DM2018

Il D.M.2018 al §4.2.4.1.2 “Resistenza delle membrature” ammette la verifica in campo elastico per tutti i tipi di sezione, “con l'avvertenza di tener conto degli effetti di instabilità locale per le sezioni di classe 4.Per le sezioni di classe 4, in alternativa alle formule impiegate nel seguito, si possono impiegare altri procedimenti di comprovata validità”.

Si assume pertanto che le sezioni delle travi siano sempre di classe 3; la verifica viene effettuata calcolando le tensioni nella sezione lorda ed accertando che tale valore sia inferiore alla tensione limite (come in Fig. 11). Viene poi eseguita la verifica della stabilità degli elementi d'anima compressi tramite il procedimento descritto nelle istruzioni CNR 10011.

Per quanto riguarda le verifiche della singole aste (aste di controvento o di diaframma), si confronta la resistenza delle membrature definita da normativa $R_d = R_k / \gamma_M$ con la forza sollecitante; il rapporto tra i due valori deve essere inferiore ad 1,0 ($F_{ED} / R_d < 1,0$).

7.1 COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Per le verifiche di resistenza delle membrature si adottano i fattori parziali γ_{M0} e γ_{M2} indicati in tab.4.2.V della normativa italiana (Fig. 12).

Tab. 4.2.VII - Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

Fig. 12 – Coefficienti parziali di sicurezza - § 4.2.4.1 D.M.2018

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 21 di 133

8 ANALISI DEI CARICHI

8.1 PESI PROPRI

Si considerano i seguenti pesi propri per unità di volume:

- Calcestruzzo: 25 kN/mc
- Acciaio da carpenteria metallica: 78,5 kN/mc

Il peso totale dei due impalcati in carpenteria metallica è pari a $1060 \times 2 = 2120$ kN.

Il peso totale della soletta in calcestruzzo è pari a 2×2885 kN, in quanto:

- peso predalle = $25 \times 0,05 \times 8,57 \times 33,65 = 360$ kN
- peso getto di calcestruzzo (sp.medio 0,35m) = $25 \times 0,35 \times 8,57 \times 33,65 = 2523$ kN

Il peso proprio totale risulta $2 \times 3945 = 7890$ kN.

8.2 PERMANENTI PORTATI

Si considerano i seguenti carichi permanenti portati per ciascun impalcato:

- Ballast (sp. convenzionale 0,80m come da normativa): $18 \text{ kN/m}^3 \times 0,80\text{m} \times 3,85\text{m} = 55,4 \text{ kN/m}$
- Muri paraballast: $2 \times 0,14 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^2 = 7,2 \text{ kN/m}$
- Cavidotti e impianti: $4,5 \text{ kN/m}$
- Cordolo laterale lato esterno: $25 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \times 0,7 = 3,5 \text{ kN/m}$
- Cordolo laterale lato interno: $25 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \times 0,36 = 1,8 \text{ kN/m}$
- Vele: $2 \times 2,50 = 5 \text{ kN/m}$
- Barriera antirumore (h=4m come da normativa): $4 \times 4 = 16 \text{ kN/m}$
- Impermeabilizzazione: $0,17 \times 20 = 3,4 \text{ kN/m}$
- Passerella – grigliato e telaio: $2,5 \text{ kN/m}$
- Incremento per rialzo in curva: 6 kN/m

Il carico permanente totale risulta pari a 105 kN/m .

8.3 EFFETTI DINAMICI

I coefficienti dinamici tengono conto delle amplificazioni dinamiche delle sollecitazioni, delle deformazioni e degli effetti delle vibrazioni della struttura. Per le usuali tipologie di ponti e per velocità di percorrenza inferiori a 220 km/h, quando la frequenza propria della struttura ricade all'interno del fuso definito dalla normativa, è sufficiente utilizzare i coefficienti dinamici definiti dalla normativa ferroviaria.

Nel caso in esame, si utilizzano i coefficienti definiti dalla normativa, in quanto la frequenza propria della struttura è interna al fuso (§10.3).

Considerando la linea con ridotto standard manutentivo, si ottiene:

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

Per le verifiche di resistenza a fatica, si considera il coefficiente di incremento dinamico definito come:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,20} + 0,82 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 22 di 133

Per la verifica delle travi principali del ponte, si considera come lunghezza caratteristica L_{ϕ} la luce della travata (Fig. 13) ossia 31,65 m, pertanto l'incremento dinamico risulta:

- $\Phi_3 = 1,13$ per le verifiche di resistenza e stabilità
- $\Phi_{2,fatica} = 1,09$ per le verifiche a fatica

Per la verifica dei traversi si fa riferimento al coefficiente di incremento dinamico definito dal considerando una lunghezza caratteristica L_{ϕ} pari al doppio della luce delle travi trasversali, per cui si ottiene:

	L [m]	L_{ϕ} [m]	Φ_3 [-]	$\Phi_{2,fatica}$ [-]
Traverso a sbalzo (mensola esterna)	3,2	6,4	1,66	1,44
Traverso interno ai cassoni	3,3	6,6	1,64	1,43

Caso	Elemento strutturale	Lunghezza L_{ϕ}
TRAVI PRINCIPALI		
5	5.1 Travi e solette semplicemente appoggiate (compresi i solettoni a travi incorporate)	Luce nella direzione delle travi principali

Fig. 13 – Coefficienti dinamici – estratto dal Manuale RFI

Caso	Elemento strutturale	Lunghezza L_{ϕ}
IMPALCATO DI PONTE IN ACCIAIO CON BALLAST (LASTRA ORTOTROPA O STRUTTURA EQUIVALENTE)		
1	Piastra con nervature longitudinali e trasversali o solo longitudinali	
	1.1 Piastra (in entrambe le direzioni)	3 volte l'interasse delle travi trasversali
	1.2 Nervature longitudinali (comprese le mensole fino a 0,50 m) ⁽³⁾ ;	3 volte l'interasse delle travi trasversali
	1.3 Travi trasversali intermedie	2 volte la luce delle travi trasversali
	1.4 Travi trasversali di estremità	caso più sfavorevole tra: - 2 volte la lunghezza delle travi trasversali. - 3,60 m

Fig. 14 – Coefficienti dinamici – estratto dal Manuale RFI

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 23 di 133

8.4 CARICHI VIAGGIANTI

Le azioni variabili verticali sono definite in accordo con il Manuale di progettazione RFI e con il D.M. 2018. In particolare si considerano due modelli di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale (modello di carico LM71) ed il secondo rappresentativo del traffico pesante (modello di carico SW/2).

TRENO DI CARICO LM/71

Il treno di carico LM/71 è costituito da 4 forze concentrate di 250 kN disposte ad interasse 1,6m e da due distese di carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m di distanza dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata (Fig. 15).

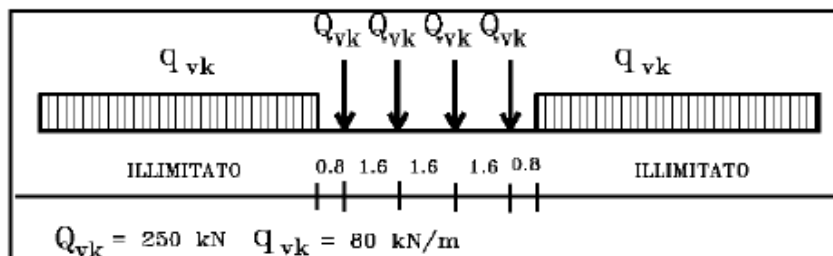


Fig. 15 – Modello di carico LM71 – estratto da D.M.2018 § 5.2.2.3.1

Il coefficiente di adattamento per questo modello di carico è $\alpha = 1,1$.

TRENO DI CARICO SW/2

Il modello di carico SW/2 schematizza gli effetti prodotti dal traffico ferroviario pesante ed è costituito da due distese di carico distribuito di 150 kN/m lunghe 25m come rappresentato in Fig. 16.

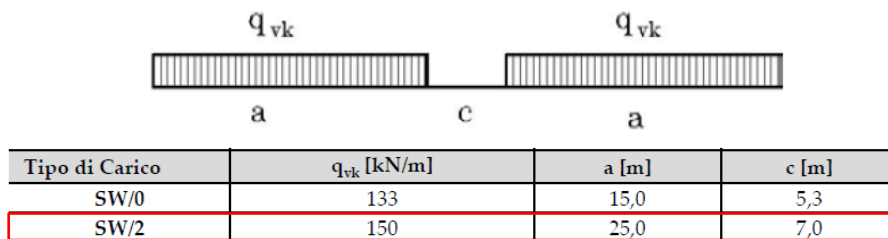


Fig. 16 – Modello di carico SW/2 – estratto da D.M.2018

Il coefficiente di adattamento per questo modello di carico è $\alpha = 1$.

8.5 CARICHI SUI MARCIAPIEDI

Il carico sui marciapiedi è definito come da normativa pari a 10 kN/m².

Questo carico non si considera contemporaneo al transito dei convogli ferroviari e non è soggetto all'incremento dinamico.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 24 di 133

8.6 FRENATURA E AVVIAMENTO DEI TRENI

Le forze di avviamento e frenatura agiscono in sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Si tratta di forze uniformemente distribuite su una lunghezza di binario determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento considerato.

I valori caratteristici definiti dalla normativa italiana sono (§ 5.2.2.3.3 D.M. 2018):

- Avviamento: $Q_{la,k} = 33 \text{ kN/m} \times L \leq 1000 \text{ kN}$ per treni di carico LM71, SW/0 e SW/2
- Frenatura: $Q_{lb,k} = 20 \text{ kN/m} \times L \leq 6000 \text{ kN}$ per treni di carico LM71 e SW/0
- Frenatura: $Q_{lb,k} = 35 \text{ kN/m} \times L$ per treni di carico SW/2

Questi valori caratteristici vanno moltiplicati per i coefficienti α ($\alpha_{LM71} = 1,1$ e $\alpha_{SW2} = 1,0$), ma non per l'incremento dinamico ϕ .

8.7 AZIONE CENTRIFUGA

La forza centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1,80 m al di sopra del piano del ferro.

Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina come da normativa ferroviaria, ossia:

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha Q_{vk}) \quad [5.2.9.a]$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha q_{vk}) \quad [5.2.9.b]$$

dove:

Q_{tk} - q_{tk} = valore caratteristico della forza centrifuga [kN -kN/m];

Q_{vk} - q_{vk} = valore caratteristico dei carichi verticali [kN -kN/m];

α = coefficiente di adattamento;

v = velocità di progetto espressa in m/s;

V = velocità di progetto espressa in km/h;

f = fattore di riduzione (definito in seguito nella 5.2.10);

g = accelerazione di gravità in m/s^2 ;

r = raggio di curvatura in m.

Valore di α	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	α	f		
SW/2	≥ 100	100	1	1	1 x 1 x SW/2	Φ x 1 x SW/2
	< 100	V	1	1	1 x 1 x SW/2	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	1 x f x (LM71'+SW/0)	Φ x 1 x 1 x (LM71'+SW/0)
		120	α	1	α x 1 x (LM71'+SW/0)	Φ x α x 1 x (LM71'+SW/0)
	≤ 120	V	α	1	α x 1 x (LM71'+SW/0)	

Fig. 17 – Forza centrifuga - estratto dal manuale di progettazione delle opere civili "RFI DTC SI PS MA IFS 001 E"

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 25 di 133

Il raggio di curvatura considerato è pari a 5000m.

Per il modello di carico SW2 risulta:

$V = 100 \text{ km/h}$ (la velocità di progetto della linea è di 200 km/h), $f = 1,0$ e $\alpha = 1,0$

$$Q_{ik} = Q_{vk} = 0 \text{ kN}$$

$$q_{ik} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha q_{vk}) = \frac{100^2}{127 \cdot 5000} \cdot (1,0 \cdot 1,0 \cdot 150) = 2,4 \text{ kN/m}$$

Il traffico verticale associato è pari a $\Phi \times \text{SW}/2$.

Per il modello di carico LM71 vanno considerati due casi, come da tabella in Fig. 17:

- Caso a) $V = 120 \text{ km/h}$, $f = 1,0$ e $\alpha = 1,1$

$$Q_{ik} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot Q_{vk}) = \frac{120^2}{127 \cdot 5000} \cdot (1,0 \cdot 1,1 \cdot 250) = 6,2 \text{ kN}$$

$$q_{ik} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot q_{vk}) = \frac{120^2}{127 \cdot 5000} \cdot (1,0 \cdot 1,1 \cdot 80) = 2,0 \text{ kN/m}$$

Caso b) $V = 200 \text{ km/h}$, $\alpha = 1$, $f = 0,64$ (con $L_f = 58 \text{ m}$)

$$Q_{ik} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot Q_{vk}) = \frac{200^2}{127 \cdot 5000} \cdot (0,66 \cdot 1,0 \cdot 250) = 10,6 \text{ kN}$$

$$q_{ik} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot q_{vk}) = \frac{200^2}{127 \cdot 5000} \cdot (0,66 \cdot 1,0 \cdot 80) = 3,4 \text{ kN/m}$$

Il traffico verticale associato è pari a $\Phi \times \text{LM}/71$.

Nel modello di calcolo si considera solamente il caso (b) in quanto più gravoso per il ponte in esame.

8.8 SERPEGGIO

Come definito nel D.M. 2018, “l’azione laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all’asse del binario”. La forza applicata è di 100 kN.

Questo valore caratteristico va moltiplicato per il coefficiente α , ma non per l’incremento dinamico ϕ .

8.9 RITIRO E VISCOSITA’ DEL CALCESTRUZZO

La sezione mista è soggetta ad uno stato di coazione dovuto al ritiro della soletta in c.a.

L’effetto del ritiro del calcestruzzo viene valutato secondo D.M. 2018 § 11.2.10.6 e 7.

I parametri per il calcolo sono i seguenti:

- Modulo elastico del calcestruzzo: $E_m = 33.643 \text{ MPa}$
- dimensione fittizia: $h_0 = 2xAc/u = 2x3,43/8,97 = 764 \text{ mm}$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 26 di 133

- resistenza caratteristica del calcestruzzo $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- resistenza cilindrica del calcestruzzo $f_{ck} = 32 \text{ MPa}$
- umidità relativa RH pari al 75 % $\rightarrow kh = 0,7$

f_{ck}	Deformazione da ritiro per essiccamento (in ‰)					
	Umidità Relativa (in ‰)					
	20	40	60	80	90	100
20	-0,62	-0,58	-0,49	-0,30	-0,17	+0,00
40	-0,48	-0,46	-0,38	-0,24	-0,13	+0,00
60	-0,38	-0,36	-0,30	-0,19	-0,10	+0,00
80	-0,30	-0,28	-0,24	-0,15	-0,07	+0,00

Fig. 18 – Valori di ϵ_0 – tabella 11.2.Va del D.M. 2018

- deformazione per ritiro da essiccamento $\epsilon_{c0} = -299 \times 10^{-6}$
- deformazione da ritiro per essiccamento a tempo infinito $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \times \epsilon_{c0} = -210 \times 10^{-6}$
- deformazione per ritiro autogeno a tempo infinito $\epsilon_{ca,\infty} = -2.5 (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} = -58 \times 10^{-6}$

La deformazione totale per ritiro risulta:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = -268 \times 10^{-6}$$

Si considera l'utilizzo di additivi anti-ritiro che consentono di ottenere un valore di contrazione per ritiro:

$$\epsilon = \epsilon_{cs} / 2 = -134 \times 10^{-6}$$

Considerando di applicare il carico al tempo $t_0 = 28$ giorni, il coefficiente di viscosità al tempo infinito risulta:

$$\varphi(t, t_0) = 1,63$$

Il modulo elastico del calcestruzzo a lungo termine pertanto risulta:

$$E_{c\infty} = E_{cm} / (1 + \varphi) = 12.015 \text{ MPa.}$$

8.10 VARIAZIONE TERMICHE

8.10.1 UNIFORME

La variazione termica uniforme da considerare per un impalcato in struttura mista acciaio – calcestruzzo è di +/- 15°C. Si aggiunge inoltre una differenza di temperatura di 5°C tra la soletta in calcestruzzo e la trave in acciaio.

8.10.2 NON UNIFORME

Si considera un gradiente di temperatura di 5°C fra estradosso ed intradosso impalcato.

8.11 VENTO

Secondo la normativa di riferimento (D.M. 17/01/2018 - §5.1.3.7) l'azione del vento è convenzionalmente pari ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte. La pressione del vento è definita come:

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

dove:

- q_b è la pressione cinetica di riferimento calcolata come $\frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2$
- C_e è il coefficiente di esposizione
- C_p è il coefficiente aerodinamico

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 28 di 133

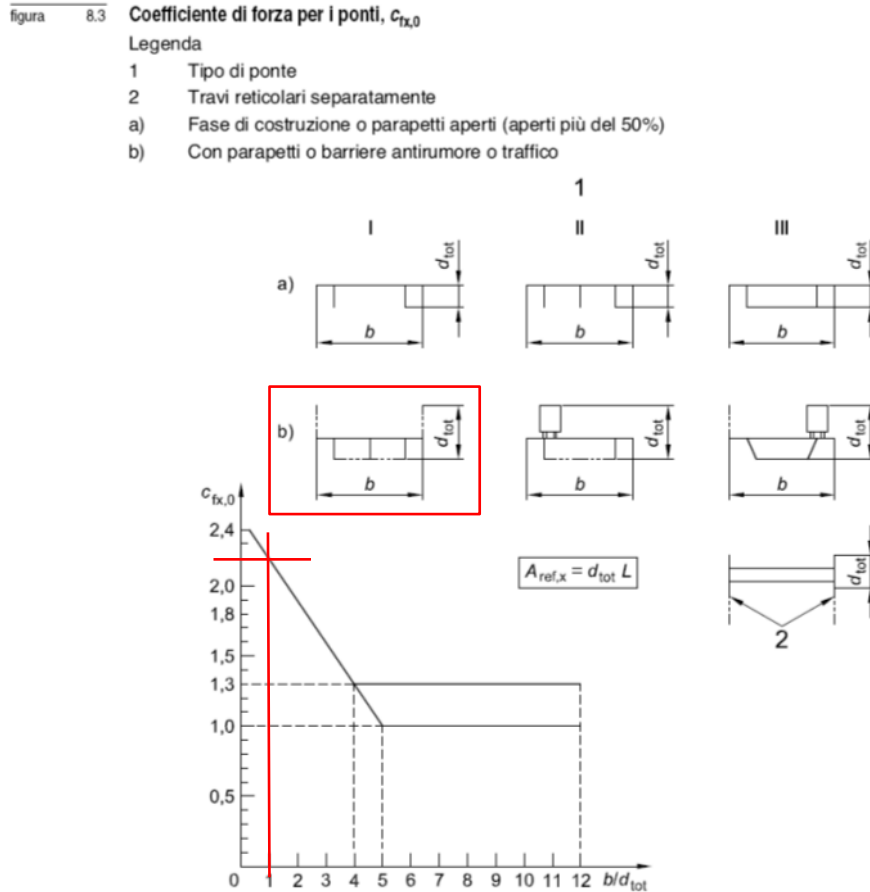


Fig. 20 – Coefficienti di Forza per i ponti – EN1991

La pressione del vento totale agente sul ponte risulta:

$$p = 0,492 \times 2,35 \times 2,2 \times 1,0 = 2,54 \text{ kN/m}^2$$

Si assume una pressione totale del vento pari a 2,6 kN/m².

Pertanto le azioni del vento sui vari elementi del ponte sono:

- azione totale sulle travi d'impalcato: $q = 2,6 \text{ kN/m}^2 \times 2,75\text{m} = 7,15 \text{ kN/m}$
- su soletta e armamento (fino al piano del ferro): $q = 2,6 \text{ kN/m}^2 \times 1,25\text{m} = 3,25 \text{ kN/m}$
- sulla barriera antirumore ($h = 4,6\text{m}$ come da normativa): $q = 2,6 \text{ kN/m}^2 \times 4,6\text{m} = 12 \text{ kN/m}$
- sul convoglio ferroviario ($h = 4\text{m}$ come da normativa): $q = 2,6 \text{ kN/m}^2 \times 4\text{m} = 10,4 \text{ kN/m}$

L'azione del vento agente sulle travi principali viene ripartita con riferimento alle travi multiple del D.M.2018 poste ad una distanza d non maggiore del doppio dell'altezza, considerando un coefficiente di solidità ϕ pari ad 1,0, per cui risulta:

- vento su trave 1: $q = 5,96 \text{ kN/m}$
- vento su trave 2 ($d = 3,3\text{m} < 2 \times 2,75 = 5,5\text{m}$): $q = 0,2 \times 5,96 = 1,2 \text{ kN/m}$

La somma delle azioni risulta pari a $5,96 + 1,2 = 7,15 \text{ kN/m}$.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 31 di 133

8.13 DERAGLIAMENTO

Il deragliamento è un'azione derivante dall'esercizio ferroviario che deve essere considerata quale azione eccezionale.

- Caso 1: Si devono considerare due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60 \text{ kN/m}$ ciascuno, posizionati longitudinalmente su una lunghezza di 6,40 m, ad una distanza trasversale pari allo scartamento S . Il carico più eccentrico tra i due deve essere posto ad una distanza massima di $1,5s$ dall'asse dei binari (con $s = 1435 \text{ mm}$).

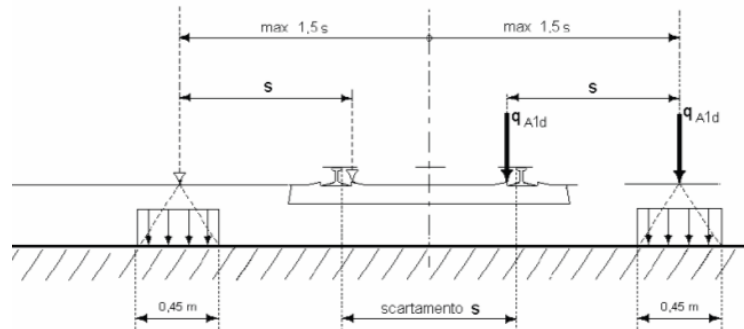


Fig. 24 – Deragliamento – caso 1

- Caso 2: Si deve considerare un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \times 1.4 \text{ kN/m}$ esteso per 20 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di $1,5s$ rispetto all'asse del binario.

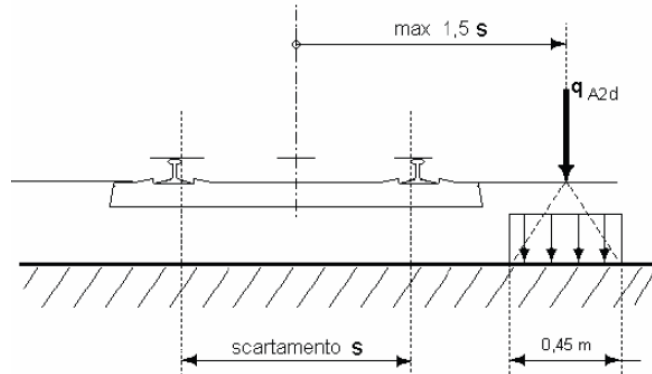


Fig. 25 – Deragliamento – caso 2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 32 di 133

9 COMBINAZIONI

Le azioni descritte ai paragrafi precedenti vengono combinate tramite opportuni coefficienti, come definito dalla normativa per ponti ferroviari.

Ai fini delle verifiche agli stati limite, la normativa definisce le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Fig. 26 – Combinazioni delle azioni: § 2.5.3 D.M. 2018

I coefficienti parziali per le combinazioni agli SLU sono evidenziati in Fig. 27.

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

Fig. 27 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU: tabella 5.2.V § 5.2.3.2 D.M. 2018

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 33 di 133

I coefficienti di combinazione Ψ sono riportati in Fig. 28

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

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr ₁	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₂	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr ₃	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₄	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F _{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T _k	0,60	0,60	0,50

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

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Fig. 28 – Coefficienti di combinazione: tabella 5.2.VI § 5.2.3 D.M. 2018

Nel caso di ponti ferroviari ad un solo binario si considera il transito dei treni LM71 e SW2 secondo quanto previsto dalla normativa Fig. 29.

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

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

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

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Fig. 29 – Carichi mobili in funzione del numero di binari: tabella 5.2.III § 5.2.3 D.M. 2018

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli sono combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella tabella in Fig. 30:

APPALTATORE: Conorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 34 di 133

Tab. 5.2.IV -Valutazione dei carichi da traffico

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

(1) Includendo tutti i valori (F; a; etc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1.0), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1,2 e 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

Fig. 30 – Valutazione dei carichi da traffico: tabella 5.2.IV § 5.2.3 D.M. 2018

Le tabelle seguenti riassumono le combinazioni di carico agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio considerate per la verifica della struttura. Per ogni combinazione sono indicati i coefficienti massimi e minimi: nel combinare i carichi si considera il coefficiente più gravoso tra i due.

Nelle tabelle seguenti sono riportate quattro condizioni di carico sia per le azioni di serpeggio sia per la forza centrifuga. Queste quattro condizioni sono dovute alla necessità di rappresentare queste forze nel modello come condizioni statiche lineari. Si rimanda al paragrafo relativo per ulteriori dettagli.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO V10009 005	REV. C	FOGLIO 35 di 133

	G1a	G1c	G2-tot	Q13-RIT	Q1a_LM71	Q1b_LM71	Q2a_SW2	Q2b_SW2	Q3a_LM71	Q4a_SW2	Q3b_LM71	Q4b_SW2	Q9_U	Q10_grad	Q14_v1	Q15_v1	Q16_v1	Q7	Q8	Q5	Q6
SLU1	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
SLU2	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SLU3	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.0	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	0.0	1.45-1.45
SLU4	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.0	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	0.0	1.45-1.45
SLU5	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	0.0	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	0.0	1.16-1.16
SLU6	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	0.0	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	0.0	1.16-1.16
SLU7	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	1.45-1.45	0.0
SLU8	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	1.45-1.45	0.0
SLU9	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	1.16-1.16	0.0
SLU10	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	1.16-1.16	0.0
SLU11	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.0	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	0.0	1.45-1.45
SLU12	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.0	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	0.0	1.45-1.45
SLU13	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	0.0	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	0.0	1.16-1.16
SLU14	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	0.0	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	0.0	1.16-1.16
SLU15	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	1.45-1.45	0.0
SLU16	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	1.45-1.45	0.0
SLU17	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	1.16-1.16	0.0
SLU18	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	1.16-1.16	0.0
SLU19	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.0	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	0.0	1.45-1.45
SLU20	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.0	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	0.0	1.45-1.45
SLU21	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	0.0	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	0.0	1.16-1.16
SLU22	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	0.0	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	0.0	1.16-1.16
SLU23	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	1.45-1.45	0.0
SLU24	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	1.45-1.45	0.0
SLU25	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	1.16-1.16	0.0
SLU26	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	1.16-1.16	0.0
SLU27	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.0	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	0.0	1.45-1.45
SLU28	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.0	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	0.0	1.45-1.45
SLU29	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	0.0	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	0.0	1.16-1.16
SLU30	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	0.0	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	0.0	1.16-1.16
SLU31	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	1.45-1.45	0.0
SLU32	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.64	0.0	1.64	0.0	0.73-0.73	0.73-0.73	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0	1.6-1.6	1.45-1.45	1.45-1.45	0.0
SLU33	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	1.16-1.16	0.0
SLU34	1.35	1.0	1.35	1.0	1.2	0.0	1.31	0.0	1.31	0.0	0.58-0.58	0.58-0.58	1.5	1.5	0.9	0.0	0.0	1.28-1.28	1.16-1.16	1.16-1.16	0.0

Fig. 31 – Combinazioni SLU

I coefficienti indicati in tabella non includono i coefficienti di adattamento per il carico ferroviario verticale (considerato all'interno dello load case) ed il coefficiente di incremento dinamico per le azioni che lo prevedono.

	G1a	G1c	G2-tot	Q13-RIT	Q1a_LM71	Q1b_LM71	Q2a_SW2	Q2b_SW2	Q3a_LM71	Q4a_SW2	Q3b_LM71	Q4b_SW2	Q9_U	Q10_grad	Q14_v1	Q15_v1	Q16_v1	Q7	Q8	Q5	Q6	
RARA1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
RARA2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
RARA3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.130	0.0	1.130	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0	1.1-1.1	1.0-1.0	0.0	1.0-1.0	
RARA4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.130	0.0	1.130	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6	0.6	0.6	0.0	0.6	0.0	1.1-1.1	1.0-1.0	0.0	1.0-1.0
RARA5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.9	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	1.0	1.0	0.6	0.0	0.0	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0	0.8-0.8	
RARA6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.9	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	1.0	1.0	0.6	0.0	0.6	0.0	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0	0.8-0.8
RARA7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.130	0.0	1.130	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0	1.1-1.1	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	
RARA8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.130	0.0	1.130	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.6	0.6	0.6	0.0	0.6	0.0	1.1-1.1	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0
RARA9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	1.0	1.0	0.6	0.0	0.0	0.88-0.88	0.8-0.8	0.8-0.8	0.0	
RARA10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	1.0	1.0	0.6	0.0	0.6	0.0	0.88-0.88	0.8-0.8	0.8-0.8	0.0
RARA11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.130	0.0	1.130	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0	1.1-1.1	1.0-1.0	0.0	1.0-1.0	
RARA12	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.130	0.0	1.130	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6	0.6	0.6	0.0	0.6	0.0	1.1-1.1	1.0-1.0	0.0	1.0-1.0
RARA13	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.9	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	1.0	1.0	0.6	0.0	0.0	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0	0.8-0.8	
RARA14	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.9	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	1.0	1.0	0.6	0.0	0.6	0.0	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0	0.8-0.8
RARA15	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.130	0.0	1.130	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0	1.1-1.1	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	
RARA16	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.130	0.0	1.130	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.6	0.6	0.6	0.0	0.6	0.0	1.1-1.1	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0
RARA17	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	1.0	1.0	0.6	0.0	0.0	0.88-0.88	0.8-0.8	0.8-0.8	0.0	
RARA18	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	1.0	1.0	0.6	0.0	0.0	0.88-0.88	0.8-0.8	0.8-0.8	0.0	
RARA19	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.130	0.0	1.130	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0	1.1-1.1	1.0-1.0	0.0	1.0-1.0	
RARA20	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.130	0.0	1.130	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6	0.6	0.6	0.0						

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO									

	GIa	GIc	GI-tot	Q13-RT	Q1a_LW7max	Q1a_LW7min	Q1b_LW7max	Q1b_LW7min	Q2a_SW2max	Q2a_SW2min	Q2b_SW2max	Q2b_SW2min	Q3a_LW71	Q4a_SW2	Q3b_LW71	Q4b_SW2	Q5-U	Q10_grad	Q1a_v1	Q15_v1	Q16_v1	Q14_v2	Q15_v2	Q16_v2	Q7-P4	Q7-P9	Q7-P10	Q7-P17	Q8-P4	Q8-P9	Q8-P10	Q8-P17	Q5-P4	Q5-P9	Q5-P10	Q5-P17	Q6-P4	Q6-P9	Q6-P10	Q6-P17	SismaX	SismaY	SismaZ			
SISMA 01	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 02	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 03	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 04	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 05	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 06	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 07	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 08	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 09	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 10	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 11	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 12	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 13	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 14	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 15	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 16	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 17	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 18	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 19	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 20	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 21	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 22	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 23	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 24	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3

Fig. 33 – Combinazioni Sismiche

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 37 di 133

10 IMPALCATO – EFFETTI GLOBALI

10.1 MODELLO DI CALCOLO

Per l'analisi delle sollecitazioni si ricorre al metodo degli elementi finiti, modellando l'impalcato con elementi beam, geometricamente collocati in corrispondenza dell'asse baricentrico reale.

Gli elementi beam rappresentano la sezione mista acciaio – calcestruzzo di una singola trave, omogeneizzata ad acciaio.

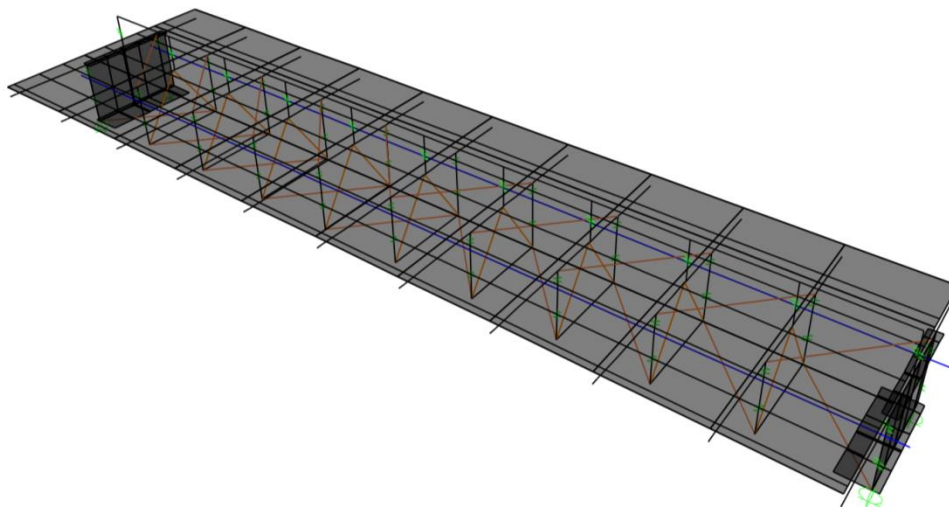


Fig. 34 – Modello FEM – vista 3D (completa)

Le aste di diaframma e dei controventi orizzontali (superiori ed inferiori) sono rappresentate da elementi beam posizionati nel loro asse baricentrico. Gli elementi sono collegati in corrispondenza dei nodi tramite elementi link rigidi, in modo da rappresentare la posizione reale degli elementi.

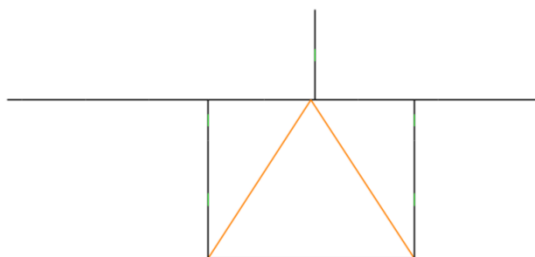


Fig. 35 – Modello FEM: sezione con diaframma tipico

Inoltre, per rappresentare correttamente la rigidità tagliante fornita dalla soletta in calcestruzzo, sono stati utilizzati elementi shell posizionati nel piano medio della soletta ed aventi lo spessore della soletta, ma con la sola rigidità tagliante assegnata, ponendo pari a zero tutte le altre caratteristiche statiche.

Gli assi globali X, Y e Z del modello indicano rispettivamente la direzione longitudinale, trasversale e verticale dell'impalcato.

Gli apparecchi d'appoggio sono stati modellati in maniera tale da riprodurre lo schema di vincolo riportato negli elaborati grafici (Fig. 8) con eccezione per il doppio vincolo fisso previsto da progetto. Infatti, per tener conto del gioco tra il dispositivo di appoggio e la contropiastra superiore, è stato rappresentato nel modello solamente un

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 38 di 133

appoggio di tipo fisso; l'altro appoggio è stato considerato unidirezionale, liberando cioè gli spostamenti in direzione trasversale.

La successiva sovrapposizione nel tempo degli effetti dovuti alle fasi di vita della struttura è considerata realizzando 3 modelli distinti, come descritto di seguito:

Fase I

Tale fase coincide con la posa in opera delle travi metalliche e getto della soletta in calcestruzzo; la sezione resistente della trave è relativa alle sole travi principali, essendo la soletta in calcestruzzo non ancora collaborante; i carichi agenti sono quelli dovuti al peso proprio delle travi metalliche ed al getto della soletta in cls.

Fase II

In fase II vengono considerati agenti i carichi a lungo termine, ovvero:

- azioni permanenti (peso del ballast, dei massetti, ..)
- ritiro della soletta in calcestruzzo,

La sezione resistente per le travi principali è quella composta acciaio – calcestruzzo; si tiene conto, per i carichi di tale fase, dell'influenza della viscosità, omogeneizzando le aree in calcestruzzo ad acciaio secondo opportuni coefficienti di omogeneizzazione n definita come rapporto tra il modulo elastico dell'acciaio e del calcestruzzo.

Fase III

In tale fase si considera, di volta in volta, la presenza di tutti i contributi di carico di tipo istantaneo, ovvero:

- carichi viaggianti ed azioni collegate
- vento
- variazioni termiche

La sezione resistente per le travi principali è ancora quella composta acciaio – calcestruzzo; anche in questo caso si assegna agli elementi frame la sezione mista omogeneizzata ad acciaio tramite opportuno coefficiente di omogeneizzazione $n = E_a / E_c$.

Per la valutazione della larghezza collaborante della soletta sono state prese a riferimento le prescrizioni del D.M. 2018.

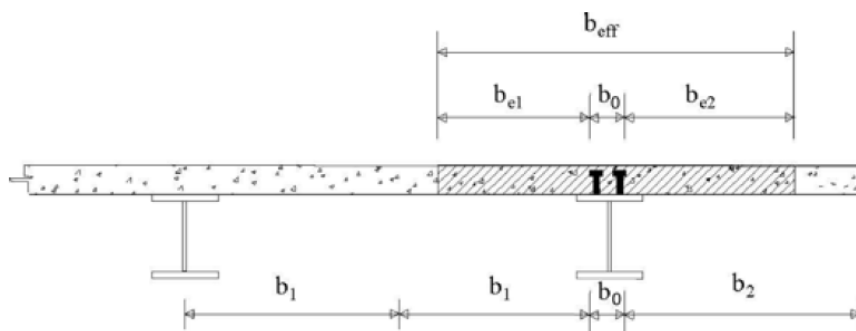


Fig. 36 – NRC 2018 - Definizione della larghezza efficace b_{eff} e delle aliquote b_{ei}

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 39 di 133

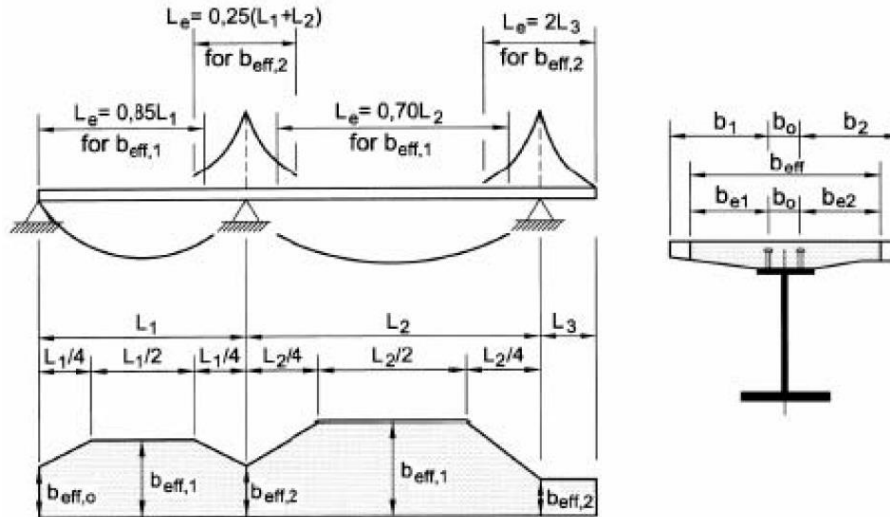


Fig. 37 – NRC 2018 - Larghezza efficace, b_{eff} , e luci equivalenti, L_e , per le travi continue

L_e indica approssimativamente la distanza tra due punti di nullo del diagramma dei momenti, pertanto per le travi in semplice appoggio si assume la luce teorica tra gli appoggi.

	Trave in semplice appoggio Luce di calcolo					
	L_e 31 650 mm					
	sbalzo lat.	int.pioli	interasse travi	int.pioli	sbalzo lat.	Bsoletta
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	$b_2 + b_0/2$	b_0	$2*(b_1+b_0/2)$	b_0	$b_2 + b_0/2$	Σ
	3 200	480	3 300	480	2 070	8 570
campata	b_{e2}	b_0	b_{e1}	b_0	b_{e2}	
	2 960	480	1 410	480	1 830	
	Trave laterale			Trave centrale		
	4 850			3 720		8 570

Fig. 38 – NRC 2018 – Calcolo della Larghezza efficace per le travi centrali e laterali

Si assume una larghezza efficace pari a 4 850 mm per le travi esterne e 3720 mm per le travi interne, costanti su tutta la lunghezza.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 42 di 133

Sommando i 4 carichi si ottengono le seguenti reazioni vincolari

Joint	F1	F2	F3	Σ	appoggio
Text	kN	kN	kN	kN	kN
P1-M	0	0	1002	3940	P1
P1-U	0	11	968		
P1-F1	-108	0	968		
P1-F2	108	-11	1002		
P2-M	0	0	1007	3940	SPA
P2-U	0	-12	963		
P2-F1	116	18	1007		
P2-F2	-117	0	963		

La somma delle reazioni vincolari corrisponde al carico applicato, ossia pari a $60 \times 32.83 \times 2 = 3940$ kN

Il diaframma del momento flettente M3 calcolato dal modello FEM risulta il seguente.

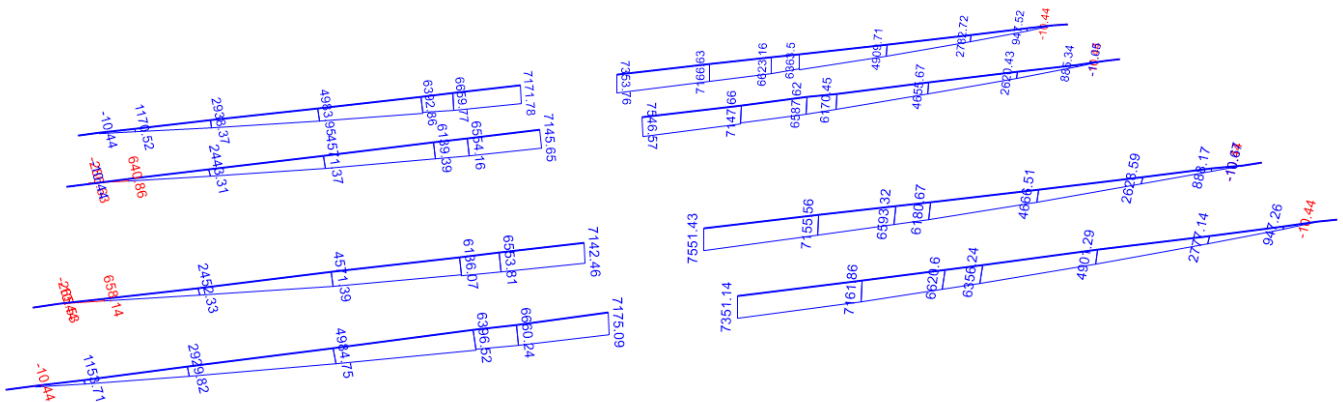


Fig. 44 – Modello FEM – momento flettente verticale dovuto ai 4 carichi sopra indicati
(nell'immagine è stato nascosto il frame centrale della trave di bordo, per una migliore leggibilità dei risultati)

Sommando i momenti flettenti si ottiene un momento totale pari a:

$$M_{tot,1} = 7351 + 7551 = 14902 \text{ kNm}$$

$$M_{tot,2} = 7546 + 7353 = 14899 \text{ kNm}$$

Il momento teorico è pari a:

$$M_{teorico} = 1/8 \times 60 \times 31.65^2 \times 2 = 15026 \text{ kNm}$$

$$\Delta = M_{tot,1(2)} / M_{teorico} = 0.992$$

I risultati si possono considerare equivalenti.

Ad ulteriore controllo si applica un carico uniformemente distribuito di 24 kN/m sui 11 traversi dell'impalcato (lunghezza media pari a 8.57 m).

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 43 di 133

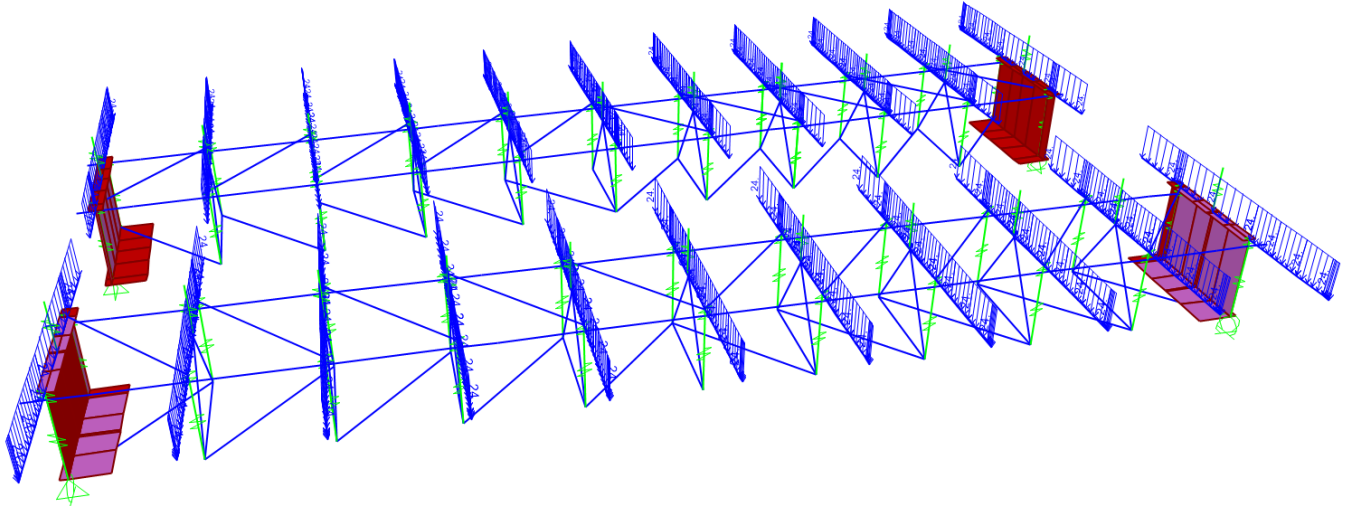


Fig. 45 – Modello FEM – carico uniformemente distribuito applicato ai traversi

Il carico totale applicato è pari a $Q = 24 \times 8.57 \times 11 \times 2 = 4524 \text{ kN}$

Le reazioni vincolari del modello sono pari complessivamente a 4530 kN

Joint	F1	F2	F3	Σ	appoggio
Text	kN	kN	kN	kN	kN
P1-M	0	0	750	2268	P1
P1-U	0	-10	383		
P1-F1	92	0	779		
P1-F2	-92	10	355		
P2-M	0	0	750	2262	SPA
P2-U	0	9	382		
P2-F1	-82	-12	362		
P2-F2	82	0	769		

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 44 di 133

La distribuzione dei momenti flettenti sulle travi risulta la seguente.

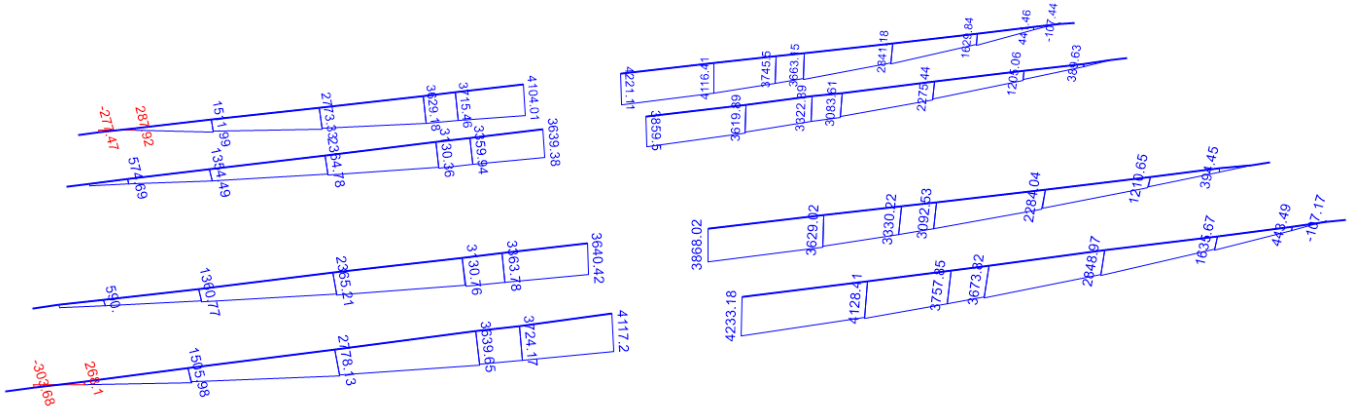


Fig. 46 – Modello FEM – momento flettente verticale dovuto ai 4 carichi sopra indicati (dall’immagine è stato nascosto il frame centrale della trave di bordo, per una migliore leggibilità dei risultati)

Il momento flettente totale risulta pari a:

$$M_{tot,1} = 4233 + 3868 = 8101 \text{ kNm}$$

$$M_{tot,2} = 4221 + 3859 = 8080 \text{ kNm}$$

Il momento teorico è pari a:

$$M_{teorico} = (24 \times 8.57) / 2 \times 3.165 \times (1 + 2 + 3 + 4 + 5) / 2 \times 2 = 8137 \text{ kNm}$$

$$\Delta = M_{tot,1} / M_{teorico} = 0.996$$

Anche in questo caso i risultati si possono considerare equivalenti.

Si evidenzia che i carichi applicati sono trasferiti completamente dalle travi principali, senza alcun contributo fornito dagli elementi shell della soletta o dai controventi orizzontali.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 45 di 133

10.2 ASSEGNAZIONE DEI CARICHI

10.2.1 PESI PROPRI (G1)

Il peso degli elementi strutturali è stato in parte calcolato dal software (diaframmi e controventi) e in parte applicato come carico uniformemente distribuito sulle travi principali (soletta in calcestruzzo).

Il peso proprio della soletta viene applicato come carico unitario sui beam che rappresentano i traversi; il carico viene poi amplificato all'interno della load case "G1c".

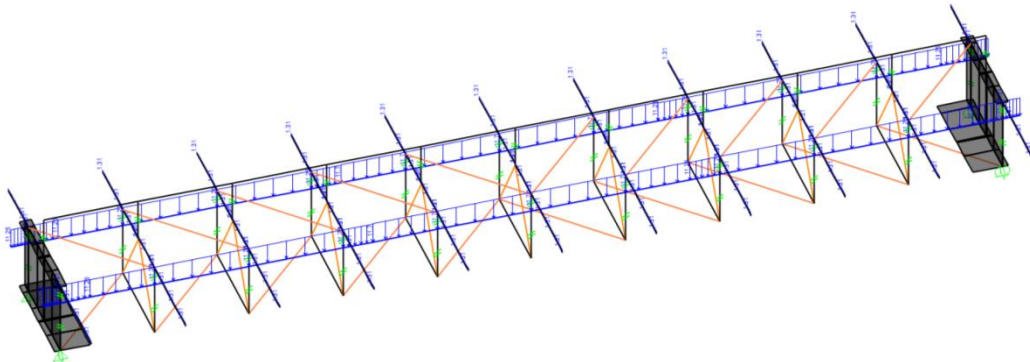


Fig. 47 – Peso proprio delle travi principali e dei traversi

10.2.2 PERMANENTI PORTATI (G2)

I carichi permanenti portati sono stati applicati al modello come carichi uniformemente distribuito in corrispondenza della soletta in calcestruzzo.

Si applica nel modello un carico unitario, amplificato poi all'interno della load case in modo da ottenere un'azione totale G2.

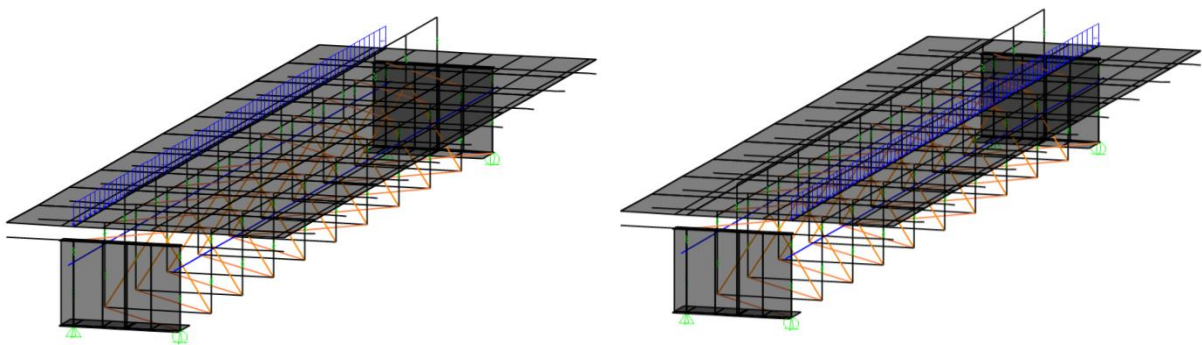


Fig. 48 – carico sulla soletta: ballast ripartito sulle travi principali (esterne a destra e interne a sinistra)

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 46 di 133

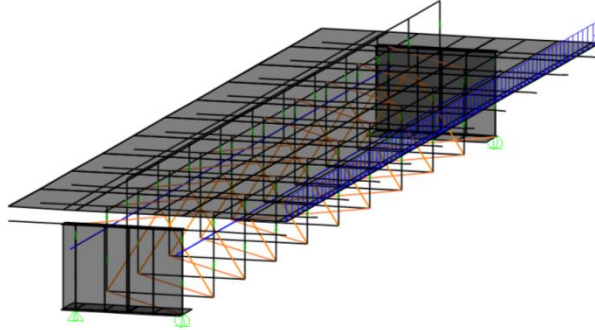


Fig. 49 – carico sulla soletta: barriere antirumore, velette, cordoli laterali

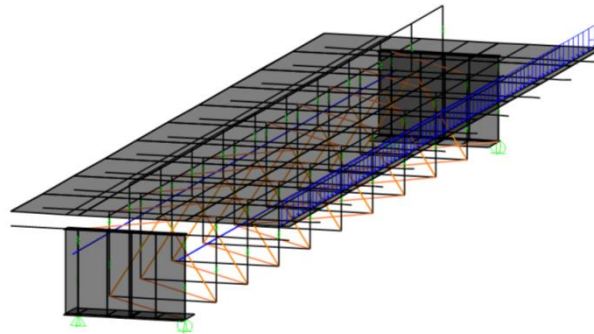


Fig. 50 – carico sulla soletta: cavidotti e impianti

10.2.3 CARICHI VIAGGIANTI: TRENI (Q1 e Q2)

I carichi LM71 e SW/2 sono stati applicati al modello come carichi mobili viaggianti sopra dei beam fittizi rappresentati in corrispondenza dell'asse dei binari all'altezza del piano del ferro. I beam utilizzati hanno una rigidità pressoché nulla e sono svincolati flessionalmente e torsionalmente alle estremità; in questo modo trasferiscono il carico verticale, trasversale ai traversi ed alle travi principali tramite dei link rigidi.

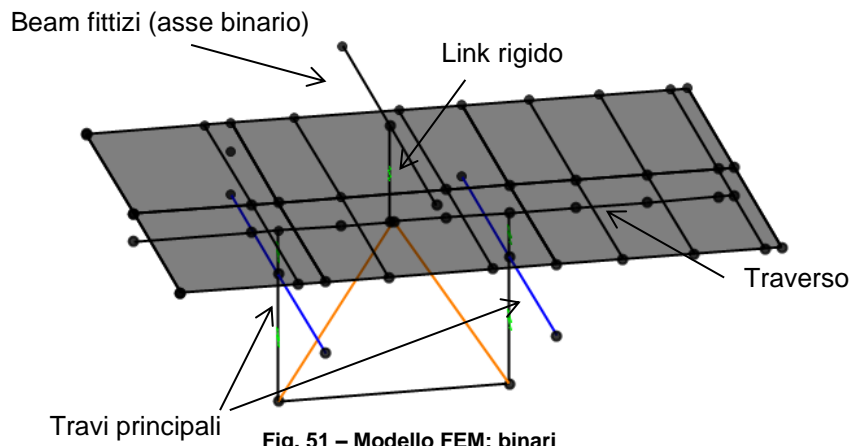


Fig. 51 – Modello FEM: binari

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. FOGLIO C 48 di 133

10.2.6 AZIONE CENTRIFUGA (Q5, Q6)

Per l'azione centrifuga sono state considerate le distribuzioni longitudinali di carichi verticali più gravose per i treni di carico LM/71 e SW/2 e a queste sono state associate le relative azioni centrifughe, come forze concentrate e distribuite calcolate nel § 8.5.

La forza centrifuga è stata applicata verso l'esterno della curva a livello del piano del ferro, però è stato aggiunto il contributo del momento attorno all'asse longitudinale per considerare che il carico è applicato a 1,8 m sopra il piano del ferro.

Le Fig. 54 e Fig. 55 mostrano la forza trasversale applicata al binario per rappresentare la forza centrifuga associata al treno LM71 e al treno SW2. In modo analogo si applica la coppia torcente correlata.

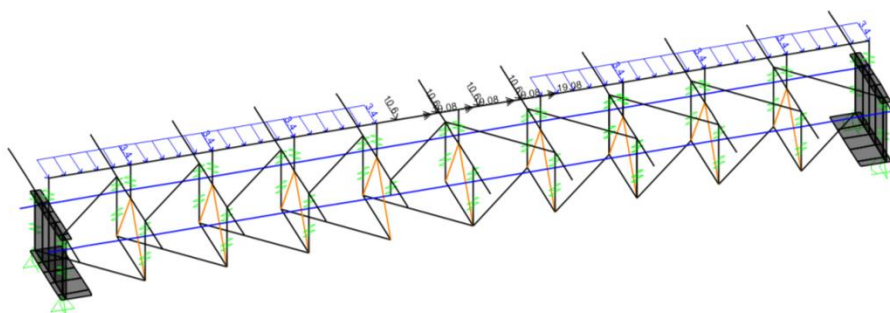


Fig. 54 – Forza centrifuga trasversale al treno di carico LM/71

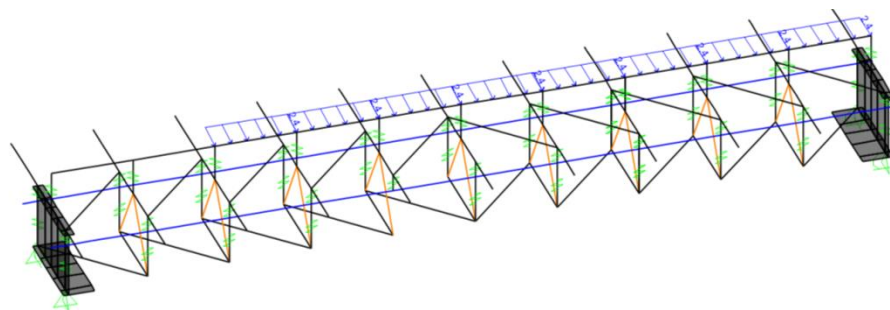


Fig. 55 – Forza centrifuga trasversale al treno di carico SW/2

Per tener conto dell'avanzamento del carico, sono state create quattro condizioni di carico diverse in modo da prendere in considerazioni le principali configurazioni:

- due configurazioni prevedono i carichi concentrati in mezzeria
- una configurazione prevede i carichi concentrati ad un quarto della luce
- una configurazione prevede i carichi concentrati in prossimità dell'appoggio

In tutti i casi il carico distribuito è applicato ai lati di quello concentrato secondo le distanze previste da normativa.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 49 di 133

10.2.7 SERPEGGIO (Q7, Q8)

La forza laterale indotta dal serpeggio è stata applicata a dei beam come forza concentrata orizzontalmente a livello della sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario.

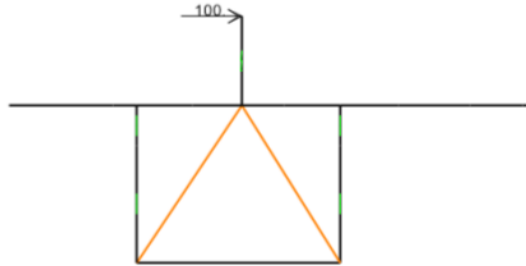


Fig. 56 –Forza di serpeggio

Ai fini della verifica sono state considerate 3 configurazioni di carico (a un quarto, due quarti e tre quarti della luce del ponte) in modo da tener conto dell'avanzamento del convoglio.

Le configurazioni prese in esame sono considerate, nelle verifiche, in concomitanza con le rispettive azioni centrifughe.

10.2.8 RITIRO DEL CALCESTRUZZO (Q13)

La deformazione da ritiro della soletta determina una pressoflessione nelle travi in acciaio sottostanti, pertanto nel modello di calcolo si applica una coppia di forze (N ed M) alle travi omogeneizzate in modo tale da riprodurre l'effetto del ritiro della soletta.

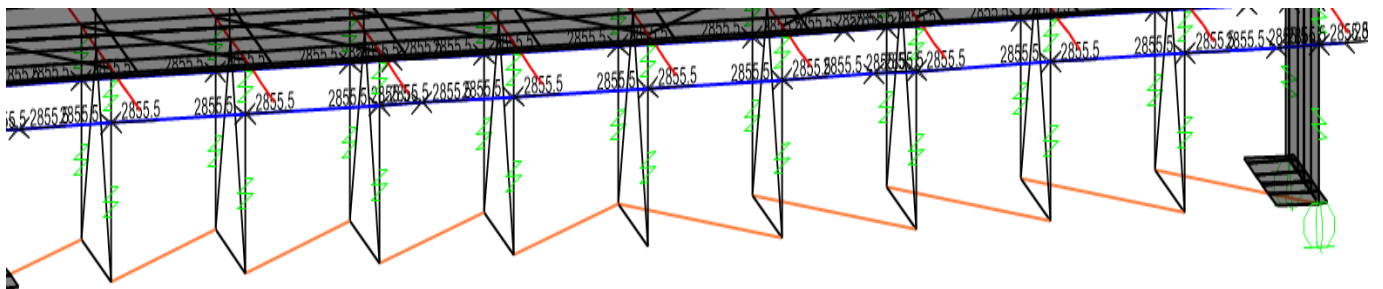


Fig. 57 – Ritiro: sollecitazione assiale applicata alle travi omogeneizzate

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 53 di 133

10.2.11 AZIONI SISMICHE

Nel modello sono stati applicati i seguenti spettri di progetto in direzione orizzontale, considerando le masse partecipanti dei pesi propri e permanenti, considerando con un coefficiente $\psi_2 = 0,2$ il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico.

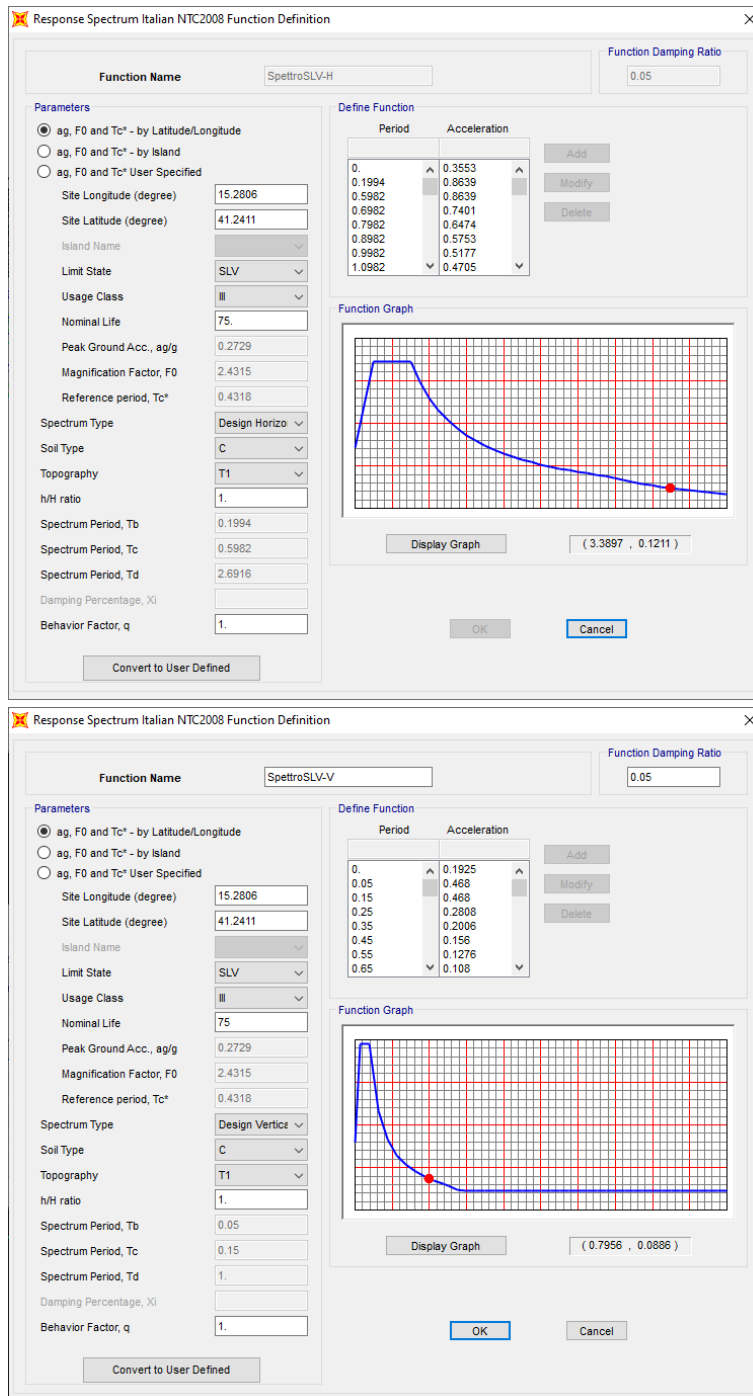


Fig. 63 – Spettro di risposta – componente orizzontale (sopra) e verticale(sotto)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0009 005	C	54 di 133

10.3 ANALISI MODALE E PRIMA FREQUENZA PROPRIA DI VIBRAZIONE

La prima frequenza propria della struttura si calcola come da Manuale RFI con la formula:

$$n_0 = \frac{17,75}{\sqrt{\delta}}$$

Dove δ rappresenta la freccia in mm dovuta ai pesi propri della struttura ed ai carichi permanenti che risulta pari a 17mm.

La prima frequenza di vibrazione risulta di 4,2 Hz.

Questo valore di frequenza risulta al limite del fascio descritto dalla normativa ferroviaria, in cui:

- Limite superiore: $n_0 = 94,76 \cdot L^{-0,748} = 7,15$ Hz
- Limite inferiore: $n_0 = 23,58 \cdot L^{-0,592} = 3,05$ Hz (per $L = 31,65$ m, compresa tra 20m e 100m)

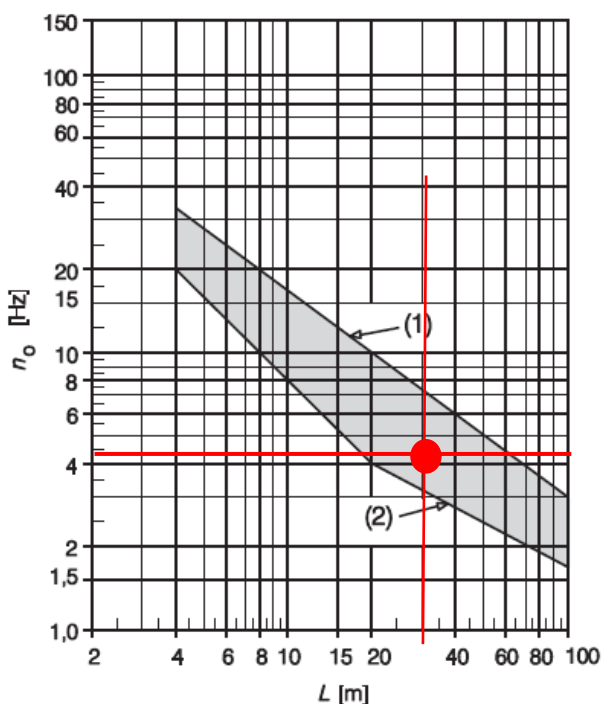


Fig. 64 – Limiti della frequenza naturale del ponte n_0 in funzione di L

Poiché il valore della frequenza risulta interno al fascio in Fig. 64 ed essendo rispettati i requisiti richiesti dal manuale RFI ed indicati nel diagramma di flusso in Fig. 65, non è necessario effettuare alcuna analisi dinamica della struttura; pertanto le verifiche verranno effettuate considerando i coefficienti di incremento dinamico indicati al §8.3.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 55 di 133

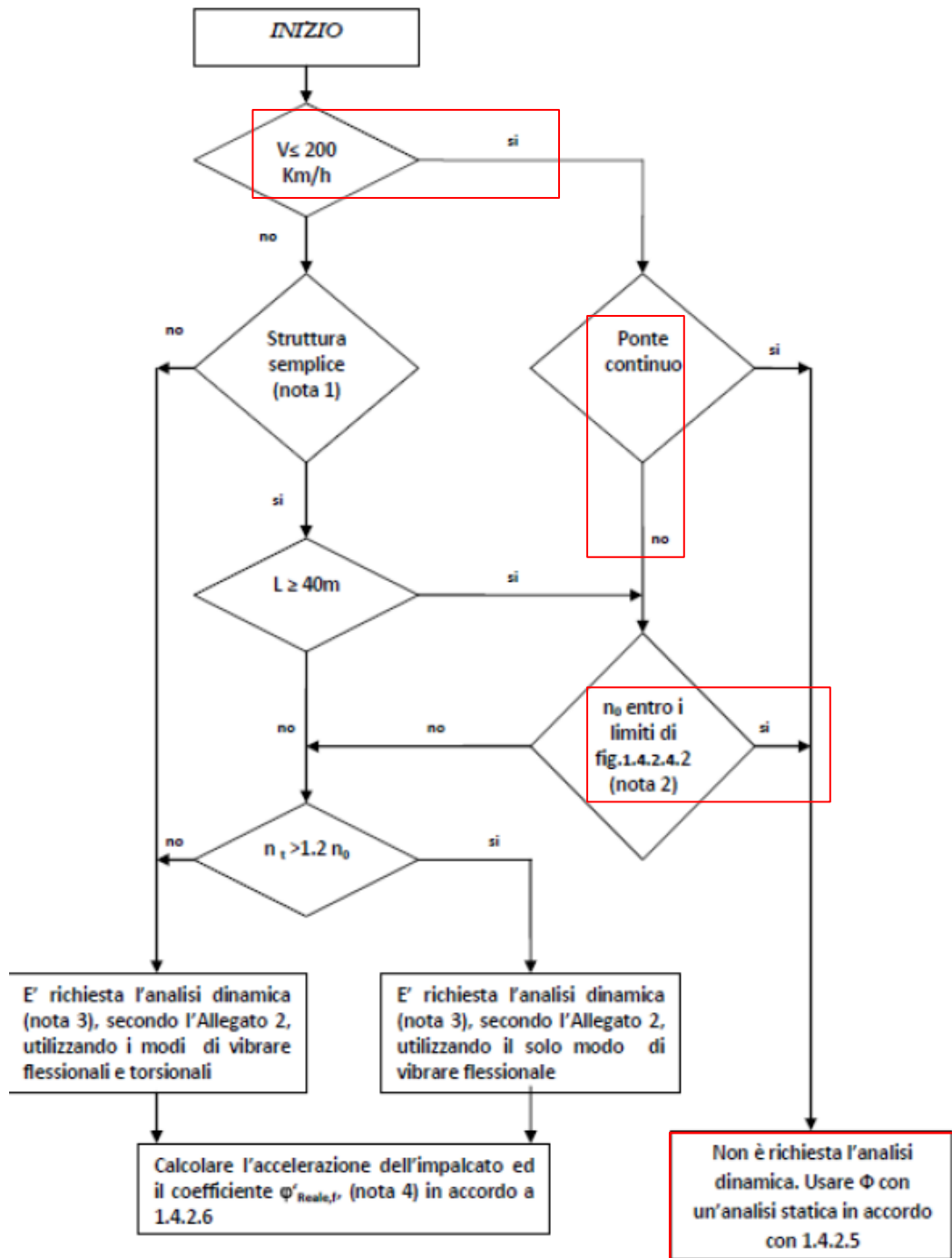


Fig. 65 – Manuale RFI – requisiti per analisi dinamica


APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 56 di 133

L'analisi modale effettuata con programma di calcolo SAP2000, fornisce le frequenze proprie di vibrare dell'impalcato in esame, considerando le masse relative ai pesi propri e permanenti.

Si riportano in tabella i primi 30 modi di vibrare, con i quali si eccita una percentuale di massa superiore all'85%.

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.250	0.06	0.00	0.65	0.06	0.00	0.65	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
MODAL	Mode	2	0.17	0.04	0.11	0.04	0.10	0.11	0.70	0.57	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00
MODAL	Mode	3	0.15	0.01	0.73	0.00	0.11	0.84	0.70	0.12	0.00	0.00	0.76	0.00	0.00
MODAL	Mode	4	0.12	0.01	0.00	0.00	0.13	0.85	0.70	0.01	0.20	0.00	0.77	0.21	0.00
MODAL	Mode	5	0.10	0.01	0.00	0.02	0.13	0.85	0.72	0.05	0.00	0.00	0.81	0.21	0.00
MODAL	Mode	6	0.09	0.00	0.00	0.00	0.13	0.85	0.72	0.00	0.03	0.00	0.81	0.23	0.00
MODAL	Mode	7	0.09	0.00	0.00	0.00	0.14	0.85	0.72	0.01	0.00	0.00	0.82	0.23	0.00
MODAL	Mode	8	0.09	0.00	0.00	0.00	0.14	0.85	0.72	0.00	0.01	0.00	0.82	0.24	0.00
MODAL	Mode	9	0.09	0.00	0.00	0.00	0.14	0.85	0.72	0.00	0.00	0.00	0.82	0.24	0.00
MODAL	Mode	10	0.09	0.00	0.00	0.00	0.14	0.85	0.73	0.00	0.01	0.00	0.82	0.25	0.01
MODAL	Mode	11	0.08	0.01	0.00	0.00	0.15	0.85	0.73	0.00	0.00	0.00	0.83	0.25	0.01
MODAL	Mode	12	0.08	0.61	0.00	0.05	0.76	0.85	0.78	0.01	0.05	0.00	0.83	0.29	0.01
MODAL	Mode	13	0.08	0.00	0.00	0.00	0.76	0.85	0.78	0.00	0.00	0.00	0.83	0.29	0.01
MODAL	Mode	14	0.08	0.00	0.00	0.00	0.76	0.85	0.78	0.00	0.00	0.00	0.83	0.29	0.01
MODAL	Mode	15	0.07	0.00	0.00	0.00	0.76	0.85	0.78	0.01	0.01	0.04	0.84	0.30	0.04
MODAL	Mode	16	0.07	0.00	0.00	0.01	0.76	0.85	0.78	0.01	0.00	0.07	0.86	0.31	0.11
MODAL	Mode	17	0.07	0.00	0.00	0.00	0.76	0.85	0.78	0.00	0.03	0.13	0.86	0.34	0.24
MODAL	Mode	18	0.07	0.00	0.00	0.02	0.77	0.85	0.81	0.03	0.00	0.00	0.89	0.34	0.24
MODAL	Mode	19	0.06	0.16	0.00	0.01	0.93	0.85	0.81	0.00	0.26	0.02	0.89	0.59	0.26
MODAL	Mode	20	0.06	0.00	0.00	0.00	0.93	0.85	0.81	0.00	0.00	0.00	0.89	0.59	0.26
MODAL	Mode	21	0.06	0.00	0.00	0.00	0.93	0.85	0.81	0.00	0.00	0.00	0.89	0.60	0.26
MODAL	Mode	22	0.06	0.02	0.00	0.00	0.95	0.85	0.81	0.00	0.00	0.61	0.89	0.60	0.87
MODAL	Mode	23	0.05	0.00	0.01	0.00	0.95	0.85	0.81	0.01	0.00	0.00	0.90	0.60	0.87
MODAL	Mode	24	0.04	0.01	0.00	0.03	0.96	0.85	0.85	0.02	0.00	0.00	0.92	0.60	0.87
MODAL	Mode	25	0.04	0.00	0.00	0.00	0.96	0.85	0.85	0.00	0.00	0.00	0.92	0.60	0.87
MODAL	Mode	26	0.04	0.00	0.00	0.00	0.96	0.85	0.85	0.00	0.00	0.00	0.92	0.60	0.87
MODAL	Mode	27	0.04	0.00	0.00	0.00	0.96	0.85	0.85	0.00	0.00	0.00	0.92	0.60	0.87
MODAL	Mode	28	0.04	0.01	0.01	0.00	0.97	0.86	0.85	0.00	0.02	0.01	0.92	0.62	0.87
MODAL	Mode	29	0.04	0.00	0.12	0.00	0.97	0.98	0.85	0.01	0.00	0.00	0.93	0.62	0.87
MODAL	Mode	30	0.04	0.00	0.00	0.00	0.97	0.98	0.85	0.00	0.03	0.00	0.93	0.65	0.88

Il primo modo di vibrare flessionale verticale ha un periodo $T = 0,25$ sec che corrisponde ad una frequenza di 4,0 Hz. Tale valore è interno al fuso definito dal Manuale RFI in quanto è compreso tra 3,05 Hz e 7,15 Hz.

 Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0.24997; f = 4.00044

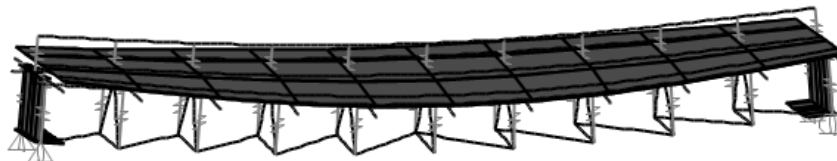


Fig. 66 – Modello FEM: primo modo di vibrare (flessionale) verticale

L'analisi pertanto conferma quanto calcolato, per cui non è necessario effettuare l'analisi dinamica della struttura.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 57 di 133

10.4 VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE TRAVI PRINCIPALI

10.4.1 GEOMETRIA DELL'IMPALCATO

Le sezioni della trave principale sono illustrate di seguito.

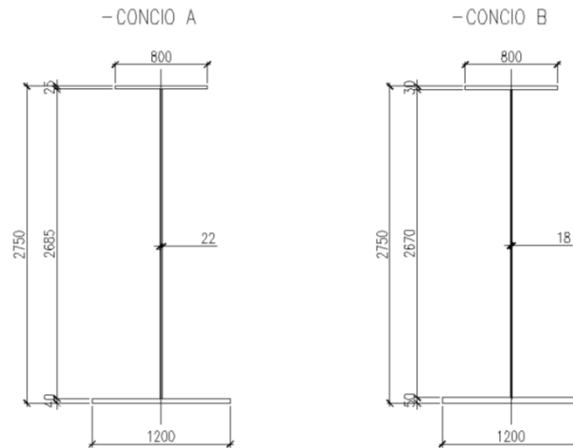


Fig. 67 – Trave principale: sezioni

Nelle tabelle seguenti si riassumono le caratteristiche geometriche delle sezioni.

Sezione	Sezione di acciaio							Soletta			
	B _{sup}	S _{sup}	h _w	S _w	B _{inf}	S _{inf}	A _{acc}	B _{soletta}	S _{soletta (getto)}	n = 16	n = 6
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm ²]	[mm]	[mm]	[cm ²]	[cm ²]
C01	800	25	2685	22	1200	40	1271	4850	375	1177	2963
C02	800	30	2670	18	1200	50	1321	4850	375	1177	2963
C03	800	25	2685	22	1200	40	1271	3720	375	903	2272
C04	800	30	2670	18	1200	50	1321	3720	375	903	2272

Le caratteristiche della sezione mista acciaio – calcestruzzo omogeneizzata ad acciaio, relativa alle fasi II e III precedentemente descritte sono riportate in tabella seguente.

Sezione	Sezione mista omogeneizzata ad acciaio							
	n = 16	n = 6	n = 16	n = 6	n = 16	n = 6	n = 16	n = 6
	A _{sez.mista}	A _{sez.mista}	J _{x,mista}	J _{x,mista}	J _{y,mista}	J _{y,mista}	Y _{G,mista}	Y _{G,mista}
	[cm ²]	[cm ²]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[mm]	[mm]
C01	2448	4233	3.73E+07	4.77E+07	2.37E+07	5.87E+07	1997	2415
C02	2498	4283	4.09E+07	5.25E+07	2.39E+07	5.89E+07	1943	2378
C03	2173	3543	3.43E+07	4.49E+07	1.10E+07	2.68E+07	1872	2303
C04	2223	3593	3.75E+07	4.93E+07	1.12E+07	2.70E+07	1814	2261

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 58 di 133

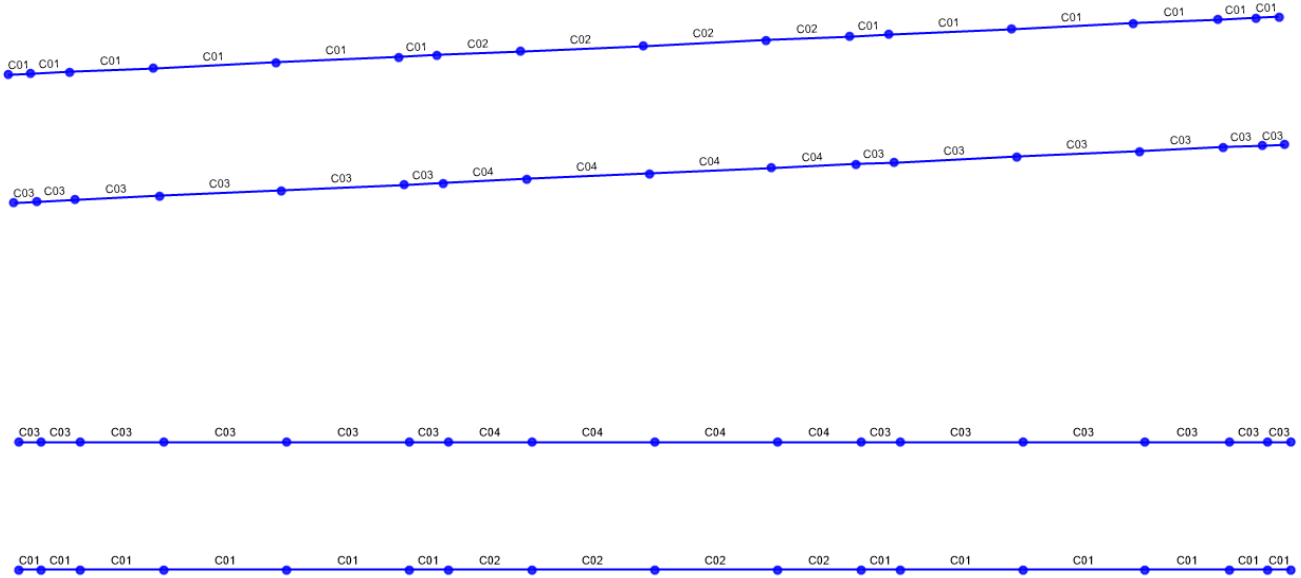


Fig. 68 – Distribuzione delle sezioni nel modello FEM

Calcolo delle caratteristiche statiche della sezione in acciaio

Viene sempre valuta l'area dei rib longitudinali anche quando non esplicitamente indicati nelle formule seguenti):

$$Peso = Area \cdot 7850$$

$$Y_g = \frac{\sum (b_i \cdot s_i \cdot Y_{retan\ golo})}{\sum b_i \cdot s_i}$$

$$J_x = n^{\circ}_{travi} \cdot \sum \left(\frac{1}{12} b_i \cdot s_i^3 + b_i \cdot s_i \cdot dist_y^2 \right); dist_y = Y_{retan\ golo} - Y_g$$

$$J_y = n^{\circ}_{travi} \cdot \sum \left(\frac{1}{12} s_i \cdot b_i^3 + b_i \cdot s_i \cdot dist_x^2 \right); dist_x = X_{retan\ golo} - \frac{b_{assi_travi}}{2}$$

$$J_t = \frac{4 \cdot \Omega^2}{\sum \frac{b_i}{s_i}}; \Omega = b_{assi_travi} \cdot H_{trave}$$

$$W_{x.acc.sup} = \frac{J_x}{H_{trave} - Y_g}; W_{x.an.sup} = \frac{J_x}{H_{trave} - Y_g - s_{p.sup}}$$

$$W_{x.acc.inf} = \frac{J_x}{Y_g}; W_{x.an.inf} = \frac{J_x}{Y_g - s_{p.inf}}$$

$$S_{x.an.sup} = n^{\circ}_{travi} \cdot \left[b_{p.sup} \cdot s_{p.sup} \cdot \left(H_{trave} - Y_g - \frac{s_{p.sup}}{2} \right) \right]$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 59 di 133

$$S_{x.an.inf} = n^{\circ}_{travi} \cdot \left[b_{p.inf} \cdot s_{p.inf} \cdot \left(Y_g - \frac{s_{p.inf}}{2} \right) \right]$$

$$S_{x.max} = n^{\circ}_{travi} \cdot \left[b_{p.inf} \cdot s_{p.inf} \cdot \left(Y_g - \frac{s_{p.inf}}{2} \right) + (Y_g - s_{p.inf}) \cdot s_{anima} \cdot \frac{(Y_g - s_{p.inf})}{2} \right]$$

$$W_{y-sup-E} = \frac{J_y}{\frac{b_{assi_travi}}{2} + \frac{b_{p.sup}}{2}}; W_{y-sup-I} = \frac{J_y}{\frac{b_{assi_travi}}{2} - \frac{b_{p.sup}}{2}}$$

$$W_{y-inf-E} = \frac{J_y}{\frac{b_{assi_travi}}{2} + \frac{b_{p.inf}}{2}}; W_{y-inf-I} = \frac{J_y}{\frac{b_{assi_travi}}{2} - \frac{b_{p.inf}}{2}}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{Area}}; i_y = \sqrt{\frac{J_y}{Area}}$$

Calcolo delle caratteristiche statiche della soletta di calcestruzzo:

$$Area = n^{\circ}_{travi} \cdot \left(\frac{B \cdot s_{getto}}{n} + n^{\circ}_{barresup} \cdot \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} + n^{\circ}_{barreinf} \cdot \frac{\pi \phi_{inf}^2}{4} \right); n^{\circ}_{barresup/inf} = \frac{B}{passo_{barresup/inf}}$$

$$Y_g = \frac{\frac{B \cdot s_{getto}}{n} \cdot \left(H_{trave} + s_{dall} + \frac{s_{getto}}{2} \right) + n^{\circ}_{barresup} \cdot \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} \cdot (H_{trave} + s_{dall} + s_{getto} - coprif) + n^{\circ}_{barreinf} \cdot \frac{\pi \phi_{inf}^2}{4} \cdot (H_{trave} + s_{dall})}{\frac{Area}{n^{\circ}_{travi}}}$$

$$J_x = n^{\circ}_{travi} \cdot \left[\frac{\frac{1}{12} B \cdot s_{getto}^3 + B \cdot s_{getto} \cdot \left(H_{trave} + s_{dall} + \frac{s_{getto}}{2} - Y_g \right)^2}{n} + n^{\circ}_{barresup} \cdot \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} \cdot (H_{trave} + s_{dall} + s_{getto} - coprif - Y_g)^2 + n^{\circ}_{barreinf} \cdot \frac{\pi \phi_{inf}^2}{4} \cdot (H_{trave} + s_{dall} - Y_g)^2 \right]$$

$$J_y = n^{\circ}_{travi} \cdot \left[\frac{\frac{1}{12} B^3 s_{getto} + B s_{getto} \left(\frac{b_{assi_travi}}{2} \right)^2}{n} + \sum \frac{\pi \phi_{inf}^2}{4} d_i + \sum \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} d_i \right]$$

dove d_i è funzione che calcola la posizione delle barre d'armatura in direzione Y

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 60 di 133

Calcolo delle caratteristiche statiche della sezione mista Acciaio–Calcestruzzo:

$$Area = Area_{acc} + Area_{cls}$$

$$Y_g = \frac{A_{acc} \cdot Y_{g-acc} + A_{cls} \cdot Y_{g-cls}}{Area}$$

$$J_x = J_{acc} + J_{cls} + A_{acc} (Y_g - Y_{g-acc})^2 + A_{cls} (Y_g - Y_{g-cls})^2$$

$$J_y = J_{y-acc} + J_{y-cls}$$

$$J_t = \frac{4 \cdot \Omega^2}{\sum \frac{b_i}{s_i}}; \Omega = b_{assi_travi} \cdot \left(H_{trave} + \frac{s_{soletta}}{2} \right)$$

$$W_{x-i} = \frac{J_x}{d_i}$$

$$W_{y-i} = \frac{J_y}{d_i}$$

Dove di rappresenta la distanza dal baricentro della sezione mista al punto in cui si vuole calcolare il modulo di resistenza.

$$S_{bar.sol} = n^{\circ}_{travi} \left\{ \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} n^{\circ}_{barresup} (H_{travi} + s_{soletta} - coprif - Y_g) + \left[\frac{s_{getto} B}{2} \left(H_{travi} + s_{dall} + \frac{s_{getto}}{2} - Y_g \right) \right] \frac{1}{n} \right\}$$

$$S_{pioli} = n^{\circ}_{travi} \left\{ \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} n^{\circ}_{barresup} (H_{travi} + s_{soletta} - coprif - Y_g) + \frac{\pi \phi_{inf}^2}{4} n^{\circ}_{barreinf} (H_{travi} + s_{dall} - Y_g) + \left[\frac{s_{getto} B}{2} \left(H_{travi} + s_{dall} + \frac{s_{getto}}{2} - Y_g \right) \right] \frac{1}{n} \right\}$$

$$S_{an.sup} = n^{\circ}_{travi} \left[b_{p.sup} s_{p.sup} \left(H_{travi} - \frac{s_{p.sup}}{2} - Y_g \right) \right] + A_{cls} (Y_{g-cls} - Y_g)$$

$$S_{an.inf} = n^{\circ}_{travi} \left[b_{p.inf} s_{p.inf} \left(Y_g - \frac{s_{p.inf}}{2} \right) \right]$$

$$S_{x.max} = n^{\circ}_{travi} \left[b_{p.inf} s_{p.inf} \left(Y_g - \frac{s_{p.inf}}{2} \right) + s_{an} \frac{(Y_g - s_{p.inf})^2}{2} \right]$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 61 di 133

10.4.2 SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le sollecitazioni calcolate tramite il modello f.em. per le principali condizioni di carico.

Le sollecitazioni sono estratte dagli elementi beam che rappresentano la sezione mista acciaio – calcestruzzo (omogeneizzata ad acciaio), come descritto al § 10.1.

In Fig. 69 è rappresentata la numerazione degli elementi beam che rappresentano la sezione mista acciaio-calcestruzzo nel modello FEM utilizzato per l’analisi globale dell’impalcato.

Sebbene la geometria delle due travate che costituiscono i ponti di luce 31,65m tra pile P1 e la spalla A sia uguale, si riportano di seguito le sollecitazioni e le tensioni calcolate per entrambi i ponti per tener conto dell’azione centrifuga e del rialzo del ballast sul binario dispari.

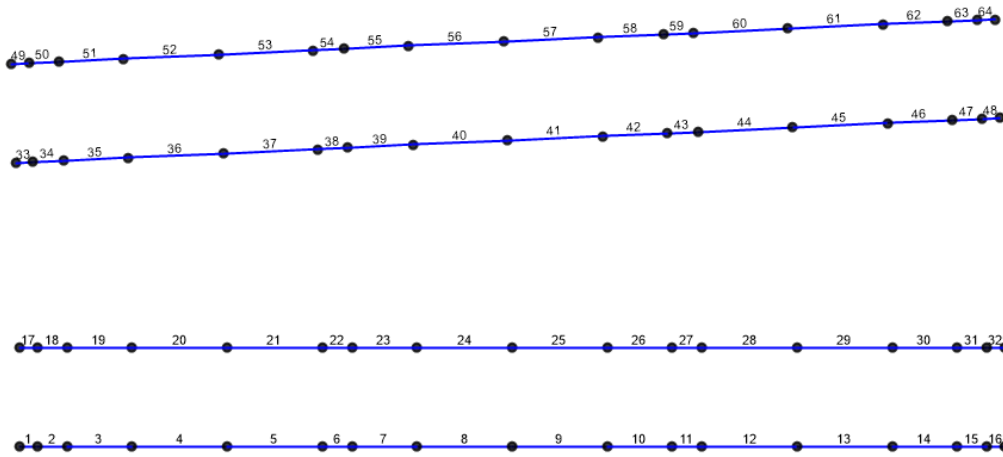


Fig. 69 – Modello FEM: numerazione degli elementi beam

Si riportano di seguito le tabelle dei parametri di sollecitazione relative alle principali condizioni di carico relative ad uno solo dei due ponti in quanto sono geometricamente uguali. Per le azioni permanenti si riportano le sollecitazioni di entrambi i ponti in quanto sul binario pari è presente il rialzo del ballast.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 62 di 133

SOLLECITAZIONI									SOLLECITAZIONI								
(kN x m)									(kN x m)								
Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2	Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2
1	G1a	0.00	0	0	0	0	0	0	17	G1a	0.00	0	0	0	0	0	0
1	G1a	1.00	0	0	7	0	-2	0	17	G1a	1.00	0	0	7	0	-2	0
2	G1a	0.00	-11	-2	-234	0	-13	1	18	G1a	0.00	5	-2	-222	0	22	2
2	G1a	1.00	-11	-2	-222	0	215	3	18	G1a	1.00	5	-2	-210	0	238	4
3	G1a	0.00	-11	-2	-222	0	215	3	19	G1a	0.00	5	-2	-210	0	238	4
3	G1a	2.00	-11	-2	-198	0	670	8	19	G1a	2.00	5	-2	-186	0	667	7
4	G1a	0.00	-7	1	-187	0	658	9	20	G1a	0.00	3	1	-176	0	672	8
4	G1a	3.00	-7	1	-151	0	1194	6	20	G1a	3.00	3	1	-141	0	1173	6
5	G1a	0.00	-6	2	-140	0	1187	8	21	G1a	0.00	5	2	-131	0	1176	8
5	G1a	3.00	-6	2	-105	0	1575	0	21	G1a	3.00	5	2	-95	0	1533	1
6	G1a	0.00	-7	3	-94	0	1573	3	22	G1a	0.00	9	3	-85	0	1531	4
6	G1a	1.00	-7	3	-83	0	1661	0	22	G1a	1.00	9	3	-74	0	1610	0
7	G1a	0.00	-7	3	-83	0	1661	0	23	G1a	0.00	9	3	-74	0	1610	0
7	G1a	2.00	-7	3	-57	0	1813	-7	23	G1a	2.00	9	3	-48	0	1742	-7
8	G1a	0.00	-20	11	-46	0	1806	-5	24	G1a	0.00	21	12	-39	0	1729	-5
8	G1a	3.00	-20	11	-9	0	1892	-41	24	G1a	3.00	21	12	-2	0	1793	-43
9	G1a	0.00	-19	-11	8	0	1890	-41	25	G1a	0.00	20	-12	3	0	1792	-43
9	G1a	3.00	-19	-11	45	0	1806	-5	25	G1a	3.00	20	-12	40	0	1726	-5
10	G1a	0.00	-4	-3	57	0	1812	-7	26	G1a	0.00	6	-3	49	0	1740	-7
10	G1a	2.00	-4	-3	82	0	1662	-1	26	G1a	2.00	6	-3	74	0	1607	0
11	G1a	0.00	-4	-3	82	0	1662	-1	27	G1a	0.00	6	-3	74	0	1607	0
11	G1a	1.00	-4	-3	93	0	1574	3	27	G1a	1.00	6	-3	86	0	1527	4
12	G1a	0.00	-1	-2	104	0	1576	0	28	G1a	0.00	0	-2	96	0	1529	1
12	G1a	3.00	-1	-2	140	0	1190	8	28	G1a	3.00	0	-2	131	0	1170	7
13	G1a	0.00	0	-1	151	0	1196	6	29	G1a	0.00	-5	-1	141	0	1168	6
13	G1a	3.00	0	-1	186	0	663	9	29	G1a	3.00	-5	-1	177	0	664	8
14	G1a	0.00	-2	2	197	0	676	8	30	G1a	0.00	-6	1	187	0	659	6
14	G1a	2.00	-2	2	221	0	223	3	30	G1a	2.00	-6	1	212	0	227	3
15	G1a	0.00	-2	2	221	0	223	3	31	G1a	0.00	-6	1	212	0	227	3
15	G1a	1.00	-2	2	233	0	-4	1	31	G1a	1.00	-6	1	223	0	10	2
16	G1a	0.00	0	0	-7	0	-2	0	32	G1a	0.00	0	0	-7	0	-2	0
16	G1a	1.00	0	0	0	0	0	0	32	G1a	1.00	0	0	0	0	0	0

Fig. 70 – Sollecitazioni: peso proprio delle carpenterie metalliche G1a

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 63 di 133

SOLLECITAZIONI					(kN x m)				SOLLECITAZIONI					(kN x m)			
Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2	Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2
1	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0	17	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0
1	G1c	1.00	0	0	0	0	0	0	17	G1c	1.00	0	0	0	0	0	0
2	G1c	0.00	-272	-8	-764	0	-290	10	18	G1c	0.00	108	2	-459	0	369	12
2	G1c	1.00	-272	-8	-764	0	475	18	18	G1c	1.00	108	2	-459	0	828	10
3	G1c	0.00	-272	-8	-764	0	475	18	19	G1c	0.00	108	2	-459	0	828	10
3	G1c	2.00	-272	-8	-764	0	2130	35	19	G1c	2.00	108	2	-459	0	1822	7
4	G1c	0.00	-228	7	-596	0	1918	43	20	G1c	0.00	99	-2	-356	0	2011	15
4	G1c	3.00	-228	7	-596	0	3803	21	20	G1c	3.00	99	-2	-356	0	3138	21
5	G1c	0.00	-193	7	-427	0	3637	30	21	G1c	0.00	99	7	-253	0	3283	31
5	G1c	3.00	-193	7	-427	0	4990	8	21	G1c	3.00	99	7	-253	0	4082	10
6	G1c	0.00	-161	10	-262	0	4876	17	22	G1c	0.00	109	9	-146	0	4176	19
6	G1c	1.00	-161	10	-262	0	5138	7	22	G1c	1.00	109	9	-146	0	4322	10
7	G1c	0.00	-161	10	-262	0	5138	7	23	G1c	0.00	109	9	-146	0	4322	10
7	G1c	2.00	-161	10	-262	0	5704	-16	23	G1c	2.00	109	9	-146	0	4639	-11
8	G1c	0.00	-156	30	-97	0	5628	-8	24	G1c	0.00	141	31	-39	0	4653	-3
8	G1c	3.00	-156	30	-97	0	5934	-104	24	G1c	3.00	141	31	-39	0	4778	-102
9	G1c	0.00	-134	-30	85	0	5899	-103	25	G1c	0.00	121	-30	50	0	4760	-101
9	G1c	3.00	-134	-30	85	0	5629	-7	25	G1c	3.00	121	-30	50	0	4600	-5
10	G1c	0.00	-98	-8	250	0	5690	-12	26	G1c	0.00	47	-8	158	0	4603	-10
10	G1c	2.00	-98	-8	250	0	5149	6	26	G1c	2.00	47	-8	158	0	4261	8
11	G1c	0.00	-98	-8	250	0	5149	6	27	G1c	0.00	47	-8	158	0	4261	8
11	G1c	1.00	-98	-8	250	0	4899	14	27	G1c	1.00	47	-8	158	0	4103	16
12	G1c	0.00	-91	-6	414	0	5000	7	28	G1c	0.00	-6	-5	266	0	4022	9
12	G1c	3.00	-91	-6	414	0	3690	25	28	G1c	3.00	-6	-5	266	0	3181	26
13	G1c	0.00	-89	-7	579	0	3852	18	29	G1c	0.00	-51	5	372	0	3042	20
13	G1c	3.00	-89	-7	579	0	2019	39	29	G1c	3.00	-51	5	372	0	1863	5
14	G1c	0.00	-97	9	743	0	2239	33	30	G1c	0.00	-90	-3	481	0	1664	-2
14	G1c	2.00	-97	9	743	0	631	14	30	G1c	2.00	-90	-3	481	0	624	5
15	G1c	0.00	-97	9	743	0	631	14	31	G1c	0.00	-90	-3	481	0	624	5
15	G1c	1.00	-97	9	743	0	-112	6	31	G1c	1.00	-90	-3	481	0	143	8
16	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0	32	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0
16	G1c	1.00	0	0	0	0	0	0	32	G1c	1.00	0	0	0	0	0	0

Fig. 71 – Sollecitazioni: peso proprio della soletta G1c

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 65 di 133

SOLLECITAZIONI				(kN x m)				SOLLECITAZIONI				(kN x m)					
Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2	Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2
33	G2-tot	0.00	0	0	0	0	0	0	49	G2-tot	0.00	0	0	0	0	0	0
33	G2-tot	1.00	0	0	0	0	0	0	49	G2-tot	1.00	0	0	0	0	0	0
34	G2-tot	0.00	194	80	-429	-26	714	94	50	G2-tot	0.00	-324	207	-1071	-51	-881	230
34	G2-tot	1.00	194	80	-429	-26	1143	13	50	G2-tot	1.00	-324	207	-1071	-51	191	23
35	G2-tot	0.00	194	80	-429	-26	1143	13	51	G2-tot	0.00	-324	207	-1071	-51	191	23
35	G2-tot	2.00	194	80	-429	-26	2072	-161	51	G2-tot	2.00	-324	207	-1071	-51	2510	-427
36	G2-tot	0.00	121	102	-344	-26	2474	80	52	G2-tot	0.00	-227	114	-823	-35	2110	-26
36	G2-tot	3.00	121	102	-344	-26	3562	-242	52	G2-tot	3.00	-227	114	-823	-35	4715	-387
37	G2-tot	0.00	78	66	-254	-20	3906	-8	53	G2-tot	0.00	-162	63	-580	-23	4373	-148
37	G2-tot	3.00	78	66	-254	-20	4709	-218	53	G2-tot	3.00	-162	63	-580	-23	6207	-348
38	G2-tot	0.00	59	35	-156	-12	4996	-64	54	G2-tot	0.00	-116	19	-344	-12	5949	-211
38	G2-tot	1.00	59	35	-156	-12	5152	-99	54	G2-tot	1.00	-116	19	-344	-12	6293	-231
39	G2-tot	0.00	59	35	-156	-12	5152	-99	55	G2-tot	0.00	-116	19	-344	-12	6293	-231
39	G2-tot	2.00	59	35	-156	-12	5490	-174	55	G2-tot	2.00	-116	19	-344	-12	7037	-272
40	G2-tot	0.00	68	-12	-47	-3	5684	-114	56	G2-tot	0.00	-89	-26	-120	-2	6882	-233
40	G2-tot	3.00	68	-12	-47	-3	5833	-77	56	G2-tot	3.00	-89	-26	-120	-2	7261	-152
41	G2-tot	0.00	46	-5	76	1	5847	-100	57	G2-tot	0.00	-56	-1	91	-1	7231	-187
41	G2-tot	3.00	46	-5	76	1	5608	-85	57	G2-tot	3.00	-56	-1	91	-1	6943	-183
42	G2-tot	0.00	-12	-53	188	11	5443	-195	58	G2-tot	0.00	-19	-46	312	10	7046	-294
42	G2-tot	2.00	-12	-53	188	11	5036	-80	58	G2-tot	2.00	-19	-46	312	10	6370	-194
43	G2-tot	0.00	-12	-53	188	11	5036	-80	59	G2-tot	0.00	-19	-46	312	10	6370	-194
43	G2-tot	1.00	-12	-53	188	11	4848	-27	59	G2-tot	1.00	-19	-46	312	10	6058	-147
44	G2-tot	0.00	-49	-87	293	20	4580	-237	60	G2-tot	0.00	-2	-90	541	23	6272	-362
44	G2-tot	3.00	-49	-87	293	20	3654	39	60	G2-tot	3.00	-2	-90	541	23	4560	-76
45	G2-tot	0.00	-66	-124	392	27	3307	-261	61	G2-tot	0.00	-3	-140	774	36	4875	-404
45	G2-tot	3.00	-66	-124	392	27	2065	132	61	G2-tot	3.00	-3	-140	774	36	2423	39
46	G2-tot	0.00	-73	-87	489	28	1631	-167	62	G2-tot	0.00	-25	-236	1012	55	2815	-452
46	G2-tot	2.00	-73	-87	489	28	574	21	62	G2-tot	2.00	-25	-236	1012	55	625	59
47	G2-tot	0.00	-73	-87	489	28	574	21	63	G2-tot	0.00	-25	-236	1012	55	625	59
47	G2-tot	1.00	-73	-87	489	28	85	108	63	G2-tot	1.00	-25	-236	1012	55	-387	295
48	G2-tot	0.00	0	0	0	0	0	0	64	G2-tot	0.00	0	0	0	0	0	0
48	G2-tot	1.00	0	0	0	0	0	0	64	G2-tot	1.00	0	0	0	0	0	0

Fig. 73 – Sollecitazioni: sovraccarichi permanenti G2 – ponte binario pari

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 70 di 133

SOLLECITAZIONI				(kN x m)					SOLLECITAZIONI				(kN x m)				
Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2	Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2
1	Q9_U	0.00	-2858	0	0	0	1780	0	17	Q9_U	0.00	-2857	0	0	0	1780	0
1	Q9_U	1.00	-2858	0	0	0	1780	0	17	Q9_U	1.00	-2857	0	0	0	1780	0
2	Q9_U	0.00	-2912	-17	-17	-14	1656	24	18	Q9_U	0.00	-2792	72	17	9	1907	23
2	Q9_U	1.00	-2912	-17	-17	-14	1673	41	18	Q9_U	1.00	-2792	72	17	9	1890	-49
3	Q9_U	0.00	-2912	-17	-17	-14	1673	41	19	Q9_U	0.00	-2792	72	17	9	1890	-49
3	Q9_U	2.00	-2912	-17	-17	-14	1710	77	19	Q9_U	2.00	-2792	72	17	9	1853	-204
4	Q9_U	0.00	-2929	23	-10	-6	1724	15	20	Q9_U	0.00	-2770	5	10	-4	1831	-94
4	Q9_U	3.00	-2929	23	-10	-6	1757	-56	20	Q9_U	3.00	-2770	5	10	-4	1798	-109
5	Q9_U	0.00	-2947	13	-6	-4	1761	-94	21	Q9_U	0.00	-2754	5	6	-4	1789	-73
5	Q9_U	3.00	-2947	13	-6	-4	1779	-134	21	Q9_U	3.00	-2754	5	6	-4	1771	-89
6	Q9_U	0.00	-2953	8	-3	-3	1769	-141	22	Q9_U	0.00	-2750	6	3	-3	1777	-68
6	Q9_U	1.00	-2953	8	-3	-3	1772	-149	22	Q9_U	1.00	-2750	6	3	-3	1774	-74
7	Q9_U	0.00	-2953	8	-3	-3	1884	-149	23	Q9_U	0.00	-2750	6	3	-3	1886	-74
7	Q9_U	2.00	-2953	8	-3	-3	1889	-166	23	Q9_U	2.00	-2750	6	3	-3	1880	-86
8	Q9_U	0.00	-2959	8	-2	-3	1874	-166	24	Q9_U	0.00	-2745	7	2	-2	1892	-75
8	Q9_U	3.00	-2959	8	-2	-3	1879	-193	24	Q9_U	3.00	-2745	7	2	-2	1887	-98
9	Q9_U	0.00	-2953	-9	-4	4	1876	-195	25	Q9_U	0.00	-2750	-8	4	3	1892	-100
9	Q9_U	3.00	-2953	-9	-4	4	1889	-167	25	Q9_U	3.00	-2750	-8	4	3	1879	-74
10	Q9_U	0.00	-2937	-8	-4	4	1896	-170	26	Q9_U	0.00	-2765	-6	4	3	1874	-88
10	Q9_U	2.00	-2937	-8	-4	4	1904	-152	26	Q9_U	2.00	-2765	-6	4	3	1866	-75
11	Q9_U	0.00	-2937	-8	-4	4	1792	-152	27	Q9_U	0.00	-2765	-6	4	3	1754	-75
11	Q9_U	1.00	-2937	-8	-4	4	1796	-143	27	Q9_U	1.00	-2765	-6	4	3	1750	-70
12	Q9_U	0.00	-2921	-12	-2	4	1800	-137	28	Q9_U	0.00	-2780	-4	2	4	1748	-90
12	Q9_U	3.00	-2921	-12	-2	4	1807	-98	28	Q9_U	3.00	-2780	-4	2	4	1741	-76
13	Q9_U	0.00	-2892	-22	0	5	1800	-57	29	Q9_U	0.00	-2808	-3	0	3	1749	-109
13	Q9_U	3.00	-2892	-22	0	5	1799	12	29	Q9_U	3.00	-2808	-3	0	3	1750	-99
14	Q9_U	0.00	-2864	19	4	13	1789	81	30	Q9_U	0.00	-2844	-71	-4	-9	1762	-204
14	Q9_U	2.00	-2864	19	4	13	1780	40	30	Q9_U	2.00	-2844	-71	-4	-9	1771	-50
15	Q9_U	0.00	-2864	19	4	13	1780	40	31	Q9_U	0.00	-2844	-71	-4	-9	1771	-50
15	Q9_U	1.00	-2864	19	4	13	1776	21	31	Q9_U	1.00	-2844	-71	-4	-9	1775	20
16	Q9_U	0.00	-2858	0	0	0	1780	0	32	Q9_U	0.00	-2858	0	0	0	1780	0
16	Q9_U	1.00	-2858	0	0	0	1780	0	32	Q9_U	1.00	-2858	0	0	0	1780	0

Fig. 76 – Sollecitazioni: Variazione termica uniforme – Q9_U

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 71 di 133

SOLLECITAZIONI				(kN x m)					SOLLECITAZIONI				(kN x m)				
Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2	Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2
1	Q10_g	0.00	0	0	0	0	0	0	17	Q10_g	0.00	0	0	0	0	0	0
1	Q10_g	1.00	0	0	0	0	0	0	17	Q10_g	1.00	0	0	0	0	0	0
2	Q10_g	0.00	-35	-8	-9	4	-76	-7	18	Q10_g	0.00	46	-9	9	6	108	-7
2	Q10_g	1.00	-35	-8	-9	4	-67	1	18	Q10_g	1.00	46	-9	9	6	99	2
3	Q10_g	0.00	-35	-8	-9	4	-67	1	19	Q10_g	0.00	46	-9	9	6	99	2
3	Q10_g	2.00	-35	-8	-9	4	-48	17	19	Q10_g	2.00	46	-9	9	6	80	21
4	Q10_g	0.00	-27	-9	-7	6	-25	3	20	Q10_g	0.00	35	-7	7	4	52	0
4	Q10_g	3.00	-27	-9	-7	6	-2	30	20	Q10_g	3.00	35	-7	7	4	29	22
5	Q10_g	0.00	-19	-9	-6	6	20	14	21	Q10_g	0.00	26	-8	6	4	7	1
5	Q10_g	3.00	-19	-9	-6	6	40	42	21	Q10_g	3.00	26	-8	6	4	-14	25
6	Q10_g	0.00	-8	-10	-7	6	63	25	22	Q10_g	0.00	17	-9	7	5	-35	4
6	Q10_g	1.00	-8	-10	-7	6	69	35	22	Q10_g	1.00	17	-9	7	5	-41	13
7	Q10_g	0.00	-8	-10	-7	6	69	35	23	Q10_g	0.00	17	-9	7	5	-41	13
7	Q10_g	2.00	-8	-10	-7	6	84	57	23	Q10_g	2.00	17	-9	7	5	-55	33
8	Q10_g	0.00	8	-13	-6	7	108	42	24	Q10_g	0.00	1	-13	6	6	-77	13
8	Q10_g	3.00	8	-13	-6	7	126	84	24	Q10_g	3.00	1	-13	6	6	-95	52
9	Q10_g	0.00	12	13	1	-6	123	83	25	Q10_g	0.00	-3	12	-1	-5	-91	51
9	Q10_g	3.00	12	13	1	-6	119	42	25	Q10_g	3.00	-3	12	-1	-5	-88	13
10	Q10_g	0.00	5	10	1	-5	89	54	26	Q10_g	0.00	4	9	-1	-4	-61	31
10	Q10_g	2.00	5	10	1	-5	86	33	26	Q10_g	2.00	4	9	-1	-4	-58	12
11	Q10_g	0.00	5	10	1	-5	86	33	27	Q10_g	0.00	4	9	-1	-4	-58	12
11	Q10_g	1.00	5	10	1	-5	85	23	27	Q10_g	1.00	4	9	-1	-4	-57	3
12	Q10_g	0.00	3	9	0	-6	57	39	28	Q10_g	0.00	5	8	0	-5	-33	24
12	Q10_g	3.00	3	9	0	-6	57	10	28	Q10_g	3.00	5	8	0	-5	-33	-2
13	Q10_g	0.00	3	9	-1	-6	33	30	29	Q10_g	0.00	3	8	1	-5	-11	22
13	Q10_g	3.00	3	9	-1	-6	37	0	29	Q10_g	3.00	3	8	1	-5	-15	-4
14	Q10_g	0.00	4	9	-2	-6	17	21	30	Q10_g	0.00	3	9	2	-7	5	21
14	Q10_g	2.00	4	9	-2	-6	21	0	30	Q10_g	2.00	3	9	2	-7	1	1
15	Q10_g	0.00	4	9	-2	-6	21	0	31	Q10_g	0.00	3	9	2	-7	1	1
15	Q10_g	1.00	4	9	-2	-6	23	-9	31	Q10_g	1.00	3	9	2	-7	-1	-9
16	Q10_g	0.00	0	0	0	0	0	0	32	Q10_g	0.00	0	0	0	0	0	0
16	Q10_g	1.00	0	0	0	0	0	0	32	Q10_g	1.00	0	0	0	0	0	0

Fig. 77 – Sollecitazioni: Gradiente termico – Q9_grad

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 73 di 133

PONTE BINARIO DISPARI - TRAVE INTERNA												PONTE BINARIO DISPARI - TRAVE ESTERNA											
SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an,i)}$	SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an,i)}$
		max	min	max	min	max	min	max	min					max	min	max	min	max	min	max	min		
C03	17	15	-40	5	-2	0	0	0	0	39	5	C01	1	12	-33	9	-3	0	0	0	0	33	8
C03	18	10	-60	41	-9	60	17	59	15	99	84	C01	2	15	-52	28	-31	85	35	83	33	129	106
C03	19	1	-89	79	3	60	16	58	15	115	103	C01	3	0	-96	82	-12	85	34	82	32	146	131
C03	20	-20	-126	126	23	49	13	47	12	133	135	C01	4	-25	-136	142	12	67	26	65	25	157	158
C03	21	-44	-152	166	44	37	9	36	8	151	164	C01	5	-53	-164	185	43	48	19	47	18	169	186
C03	22	-59	-158	175	59	26	5	25	5	155	171	C01	6	-72	-167	190	65	32	11	31	11	166	186
C04	23	-57	-160	170	53	30	6	30	6	158	162	C02	7	-72	-173	186	60	37	13	38	12	174	179
C04	24	-58	-160	191	60	18	0	18	0	160	167	C02	8	-77	-171	202	68	20	4	20	3	174	179
C04	25	-58	-159	190	60	18	1	18	1	160	167	C02	9	-76	-171	202	69	18	3	18	2	173	179
C04	26	-57	-161	168	53	30	7	30	7	160	160	C02	10	-71	-171	186	62	36	12	36	11	172	179
C03	27	-59	-158	172	58	26	6	25	6	155	168	C01	11	-72	-166	190	68	30	10	29	10	165	186
C03	28	-44	-153	162	42	37	10	36	10	153	160	C01	12	-52	-162	187	49	47	18	45	17	166	187
C03	29	-19	-127	120	23	48	15	47	14	134	129	C01	13	-25	-134	144	22	64	25	62	24	153	159
C03	30	3	-88	68	5	59	19	58	18	114	96	C01	14	0	-95	83	3	81	33	79	31	142	128
C03	31	12	-59	24	-3	60	19	58	18	98	77	C01	15	14	-52	27	-12	81	34	79	32	124	103
C03	32	15	-40	5	-2	0	0	0	0	39	5	C01	16	12	-33	9	-3	0	0	0	0	33	8

PONTE BINARIO PARI - TRAVE ESTERNA												PONTE BINARIO PARI - TRAVE INTERNA											
SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an,i)}$	SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an,i)}$
		max	min	max	min	max	min	max	min					max	min	max	min	max	min	max	min		
C01	49	12	-33	9	-3	0	0	0	0	33	8	C03	33	15	-40	5	-2	0	0	0	0	39	5
C01	50	17	-49	34	-29	86	33	84	31	131	108	C03	34	12	-58	45	-8	61	17	59	15	100	85
C01	51	2	-89	93	-9	86	33	83	31	149	132	C03	35	3	-87	83	4	61	16	59	15	117	106
C01	52	-19	-131	150	21	68	25	66	24	157	162	C03	36	-17	-123	134	27	49	13	48	12	135	136
C01	53	-48	-162	190	51	49	18	48	17	169	190	C03	37	-40	-151	170	51	37	9	36	9	153	166
C01	54	-70	-166	194	69	32	11	31	10	166	189	C03	38	-57	-158	180	64	25	5	25	5	156	173
C02	55	-71	-175	184	62	38	12	38	12	174	183	C04	39	-57	-163	168	56	30	6	30	6	160	164
C02	56	-79	-189	182	62	20	3	20	3	175	182	C04	40	-63	-175	171	52	17	0	17	0	161	169
C02	57	-79	-187	182	62	18	3	19	3	174	182	C04	41	-63	-175	169	52	18	1	18	1	162	169
C02	58	-70	-174	185	64	37	12	37	11	172	183	C04	42	-57	-164	166	55	30	7	31	7	161	162
C01	59	-70	-165	195	72	31	10	30	10	165	189	C03	43	-57	-157	176	63	26	6	25	6	156	170
C01	60	-48	-161	191	55	48	18	46	17	167	190	C03	44	-40	-152	166	49	37	10	36	10	154	162
C01	61	-19	-130	152	30	65	25	63	24	155	162	C03	45	-17	-123	127	26	48	15	47	14	135	130
C01	62	2	-88	94	6	83	33	80	31	144	131	C03	46	4	-87	70	7	60	19	58	18	116	98
C01	63	16	-49	31	-10	83	33	81	31	126	105	C03	47	13	-57	27	-1	60	20	58	18	98	78
C01	64	12	-33	9	-3	0	0	0	0	33	8	C03	48	15	-40	5	-2	0	0	0	0	39	5

Fig. 79 – Tensioni normali sulle piattabande superiori ed inferiori dei cassoni – Combinazioni SLU

Come si evince dalle tabelle, le tensioni nelle travi principali sono sempre inferiori al limite $f_y / \gamma_{M0} = 335 / 1,05 = 319$ N/mm² (per spessori maggiori di 40mm), con un picco di tensione in corrispondenza del frame 8 nel quale si calcola una tensione massima agli Stati Limite Ultimi sulle piattabande di 202 N/mm². Pertanto la verifica di resistenza è soddisfatta ($\Delta = 0,63$)

La tensione massima di compressione all'estradosso della soletta risulta pari a -8 MPa, ossia inferiore alla tensione limite $f_{cd} = 0,85 \times 32 / 1,5 = 18,1$ MPa ($\Delta = 0,44$)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 74 di 133

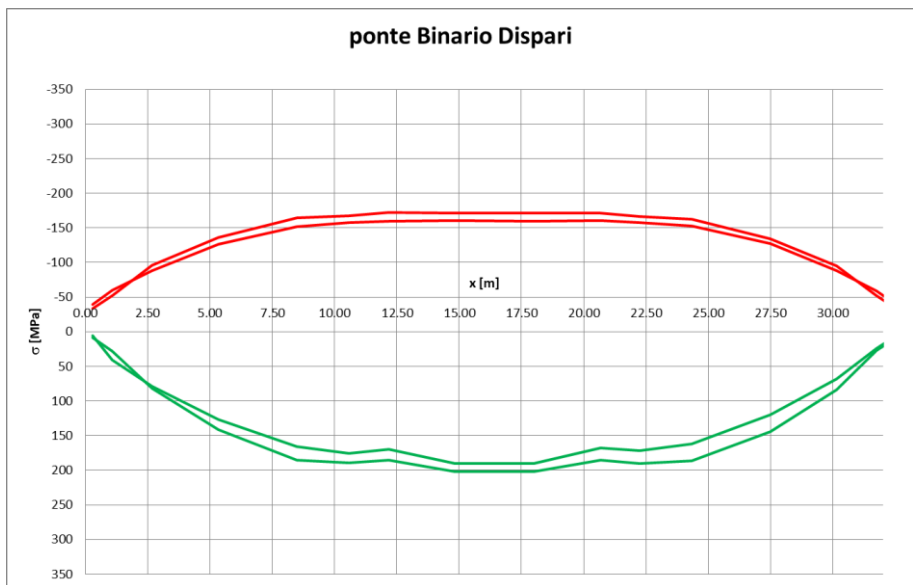
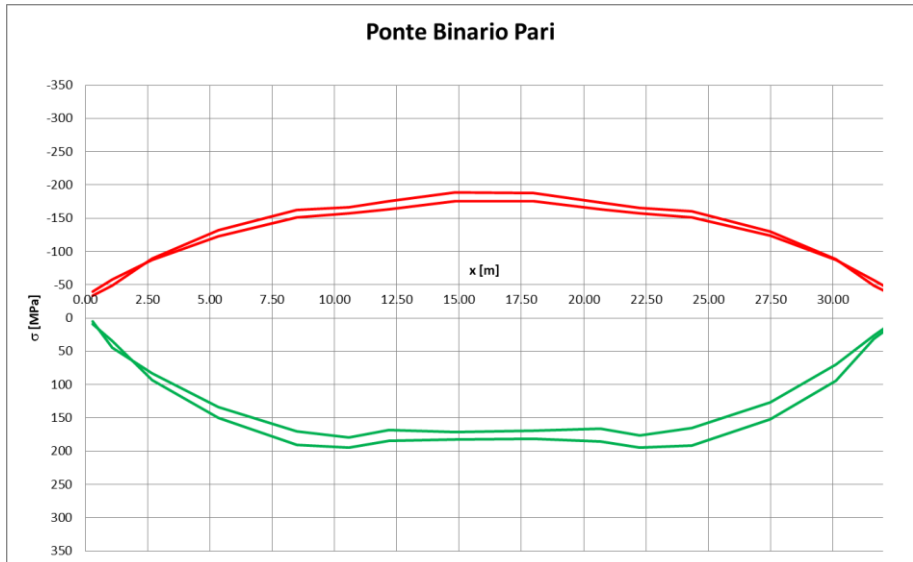


Fig. 80 – Tensioni normale sulle piattabande superiori (compressione) ed inferiori (trazione) delle travi principali – Combinazioni SLU

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO									

Le tabelle seguenti (Fig. 81) riassumono i valori di tensione calcolati agli Stati Limite di Esercizio, con riferimento alla combinazione di carico caratteristica (rara).

PONTE BINARIO DISPARI - TRAVE INTERNA												PONTE BINARIO DISPARI - TRAVE ESTERNA											
SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an,i)}$	SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an,i)}$
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	max			max	min	max	min	max	min	max	min	max	max
C03	17	10	-31	4	-1	0	0	0	0	30	4	C01	1	8	-26	7	-2	0	0	0	0	25	6
C03	18	5	-45	29	-4	42	17	41	16	71	59	C01	2	10	-39	20	-22	59	35	57	33	90	75
C03	19	-4	-66	56	7	42	17	41	16	83	73	C01	3	-4	-71	58	-8	59	35	57	33	104	92
C03	20	-25	-93	89	25	34	13	33	12	97	95	C01	4	-30	-100	100	15	47	27	45	25	113	111
C03	21	-49	-112	117	46	26	10	25	9	111	115	C01	5	-57	-121	130	46	34	19	33	18	124	131
C03	22	-65	-116	123	61	18	6	17	5	114	120	C01	6	-77	-123	134	67	22	12	22	11	122	131
C04	23	-63	-117	119	55	21	6	21	6	116	113	C02	7	-76	-127	131	62	26	13	26	13	127	126
C04	24	-63	-118	134	62	12	1	12	1	117	117	C02	8	-82	-126	143	70	14	4	14	4	128	126
C04	25	-63	-117	134	62	13	2	13	2	118	117	C02	9	-81	-126	143	71	13	3	13	3	127	126
C04	26	-63	-118	118	54	21	7	21	7	117	112	C02	10	-76	-126	131	65	25	12	25	12	126	126
C03	27	-64	-116	121	60	18	7	18	6	114	118	C01	11	-76	-122	134	70	21	11	21	10	121	131
C03	28	-49	-112	114	44	26	11	25	10	112	112	C01	12	-57	-119	131	51	33	18	32	17	122	131
C03	29	-24	-94	85	24	34	15	33	14	98	91	C01	13	-29	-99	102	23	45	26	43	24	111	112
C03	30	-2	-66	48	6	41	19	40	18	83	68	C01	14	-4	-70	59	4	56	34	55	32	101	90
C03	31	7	-44	18	-2	42	20	41	18	70	54	C01	15	9	-39	19	-8	57	34	55	32	87	73
C03	32	10	-31	4	-1	0	0	0	0	30	4	C01	16	8	-26	7	-2	0	0	0	0	25	6

PONTE BINARIO PARI - TRAVE ESTERNA												PONTE BINARIO PARI - TRAVE INTERNA											
SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an,i)}$	SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an,i)}$
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	max			max	min	max	min	max	min	max	min	max	max
C01	49	8	-26	7	-2	0	0	0	0	25	6	C03	33	10	-31	4	-1	0	0	0	0	30	4
C01	50	11	-37	24	-20	60	34	58	33	91	76	C03	34	7	-44	32	-2	43	18	41	16	72	60
C01	51	-2	-66	66	-4	60	34	58	32	105	93	C03	35	-2	-65	59	8	42	17	41	16	84	75
C01	52	-24	-97	106	24	47	26	46	25	114	114	C03	36	-22	-91	94	30	34	14	33	13	99	96
C01	53	-53	-119	134	54	34	19	33	18	124	133	C03	37	-45	-111	120	53	26	10	25	9	112	117
C01	54	-74	-122	137	72	22	11	22	11	122	133	C03	38	-62	-116	126	66	18	6	17	5	115	122
C02	55	-75	-129	130	65	27	13	27	12	128	128	C04	39	-62	-120	118	58	21	6	21	6	117	115
C02	56	-84	-139	128	65	14	4	14	4	128	128	C04	40	-69	-129	120	54	12	1	12	1	119	119
C02	57	-84	-138	128	65	13	3	13	3	128	128	C04	41	-68	-129	119	54	12	2	12	2	119	118
C02	58	-75	-128	130	66	26	12	26	12	126	128	C04	42	-62	-120	116	57	21	7	21	7	118	114
C01	59	-74	-122	137	74	22	11	21	10	121	133	C03	43	-62	-116	124	65	18	7	18	6	115	119
C01	60	-53	-118	135	57	33	18	32	17	122	134	C03	44	-45	-111	117	51	26	11	25	10	113	114
C01	61	-24	-96	107	32	46	26	44	24	112	114	C03	45	-22	-91	89	27	34	15	33	14	98	92
C01	62	-2	-65	67	7	58	33	56	32	103	92	C03	46	-1	-65	50	7	42	20	41	18	83	69
C01	63	11	-37	23	-7	58	34	56	32	89	74	C03	47	8	-43	19	0	42	20	41	19	70	55
C01	64	8	-26	7	-2	0	0	0	0	25	6	C03	48	10	-31	4	-1	0	0	0	0	30	4

Fig. 81 – Tensioni normale sulle piattabande superiori ed inferiori delle travi principali – Combinazioni SLE

La tensione massima calcolata agli SLE risulta pari a 143 MPa (trazione nella piattabanda inferiore).

I valori delle tensioni nei cassoni (σ_{sup} e σ_{inf}) sono rappresentati nel grafico in Fig. 82.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 76 di 133

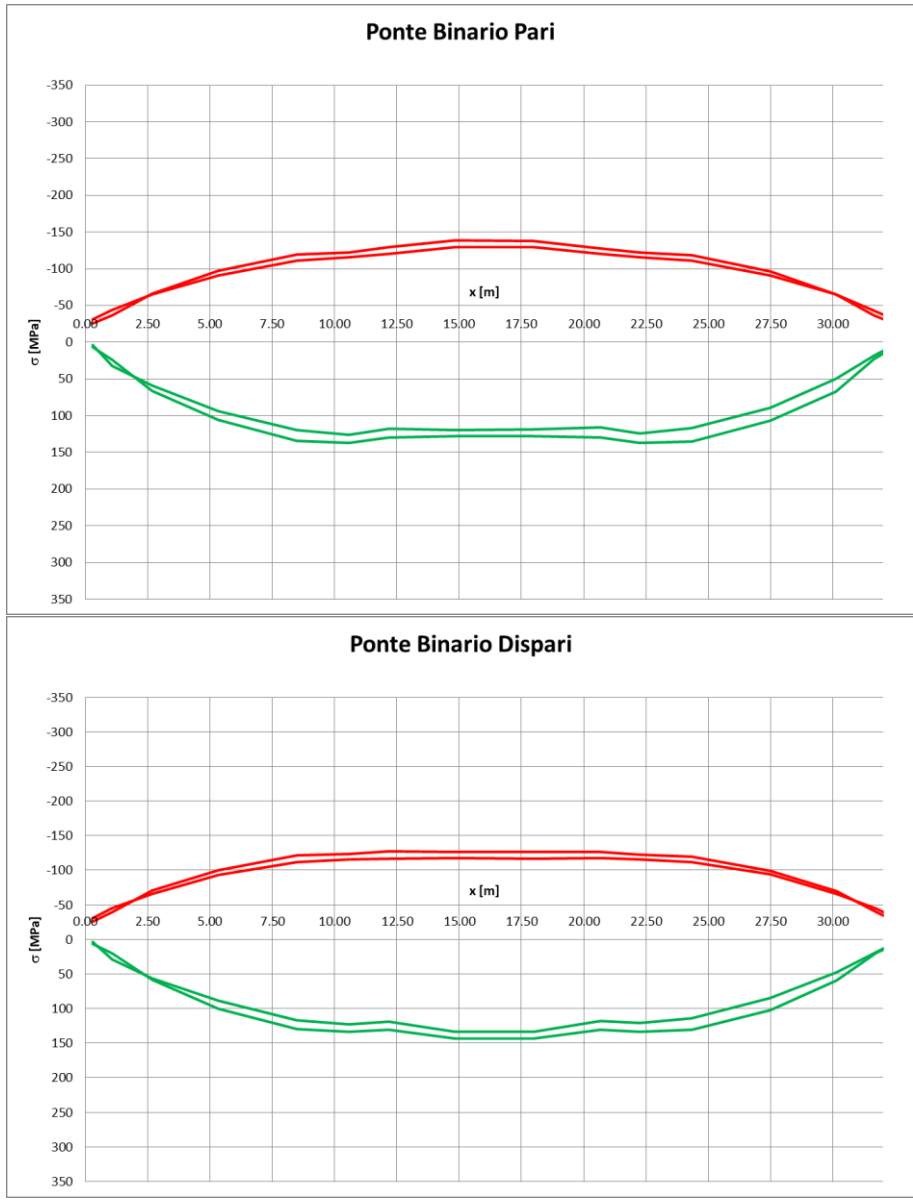


Fig. 82 – Tensioni normale sulle piattabande superiori (compressione) ed inferiori (trazione) delle travi principali – Combinazioni SLE

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 77 di 133

10.4.4 VERIFICA DI STABILITA' DEI PANNELLI D'ANIMA

Si esegue la verifica dell'imbozzamento dei pannelli d'anima delle travi principali, secondo la CNR – 10011/97 che impone la seguente condizione:

$$\frac{\sigma_{cr,id}}{\sigma_{id}} \geq \beta \cdot \nu$$

Dove:

- σ_1 massima tensione di compressione sul pannello
- $\beta = \frac{\sigma_N + 0,8 \cdot \sigma_M}{\sigma_N + \sigma_M}$ se il rapporto geometrico $\alpha = a/h \leq 1.5$
- $\beta = 0,8$ se il rapporto geometrico $\alpha = a/h > 1.5$
- $\nu = 1,0$ nel metodo agli stati limite qui adottato.

Nelle verifiche si assume il segno negativo per le tensioni di compressione.

Come si evince dalle tabelle riportate sotto, la verifica risulta sempre soddisfatta.

		RI PANN1				RI PANN1				RI PANN1				RI PANN1	
SEZ.	FR.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta\nu$	SEZ.	FR.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta\nu$	SEZ.	FR.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta\nu$	SEZ.	FR.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta\nu$
C01	1	10.3	0.9	C03	17	8.6	0.9	C03	33	8.6	0.9	C01	49	10.3	0.9
C01	2	1.0	1.0	C03	18	1.5	0.9	C03	34	1.5	0.9	C01	50	1.0	1.0
C01	3	1.1	0.9	C03	19	1.5	0.9	C03	35	1.5	0.9	C01	51	1.1	0.9
C01	4	1.4	0.9	C03	20	1.7	0.9	C03	36	1.7	0.9	C01	52	1.4	0.9
C01	5	1.3	0.8	C03	21	1.4	0.8	C03	37	1.4	0.8	C01	53	1.3	0.8
C01	6	1.3	0.8	C03	22	1.4	0.8	C03	38	1.4	0.8	C01	54	1.4	0.8
C02	7	0.8	0.8	C04	23	0.9	0.8	C04	39	0.9	0.8	C02	55	0.8	0.8
C02	8	0.8	0.8	C04	24	0.9	0.8	C04	40	0.9	0.8	C02	56	0.8	0.8
C02	9	0.8	0.8	C04	25	0.9	0.8	C04	41	0.9	0.8	C02	57	0.8	0.8
C02	10	0.8	0.8	C04	26	0.8	0.8	C04	42	0.8	0.8	C02	58	0.8	0.8
C01	11	1.4	0.8	C03	27	1.4	0.8	C03	43	1.4	0.8	C01	59	1.4	0.8
C01	12	1.4	0.8	C03	28	1.4	0.8	C03	44	1.4	0.8	C01	60	1.4	0.8
C01	13	1.5	0.9	C03	29	1.5	0.9	C03	45	1.5	0.9	C01	61	1.5	0.9
C01	14	1.2	0.9	C03	30	1.5	0.9	C03	46	1.5	0.9	C01	62	1.2	0.9
C01	15	1.2	1.0	C03	31	1.4	0.9	C03	47	1.4	0.9	C01	63	1.1	1.0
C01	16	10.3	0.9	C03	32	8.6	0.9	C03	48	8.6	0.9	C01	64	10.3	0.9

Fig. 83 – Verifica di stabilità dei pannelli d'anima

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 78 di 133

Nello specifico risulta:

- Tensione massima sul bordo superiore del pannello d'anima superiore $\sigma_{sup} = \sigma_1 = -161$ MPa
- Tensione sul bordo inferiore del pannello d'anima $\sigma_2 = 105$ MPa
- $\alpha = a / h = 1,18$ (rapporto tra lunghezza e altezza del pannello d'anima)
- $k_\sigma = 15,9$ MPa e $k_\tau = 8,19$
- $\sigma_{cr,0} = 186200 \cdot (t/h)^2 = 8,5$ MPa
- $\sigma_{cr} = k_\sigma \cdot \sigma_{cr,0} = 135$ MPa e $\tau_{cr} = k_\tau \cdot \sigma_{cr,0} = 69$ MPa
- $$\sigma_{cr,id} = \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau^2}}{\frac{1+\psi}{4} \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr}} + \sqrt{\left(\frac{3-\psi}{4} \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2}} = 134$$
 MPa
- $\sigma_{id} = 165$ MPa
- $\frac{\sigma_{cr,id}}{\sigma_{id}} = 0,81 \geq \beta \cdot \nu = 0,8$ → verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 79 di 133

10.4.5 VERIFICA DEGLI IRRIGIDITORI TRASVERSALI

Per le anime provviste di nervature trasversali si dovrà garantire una adeguata rigidezza flessionale delle nervature verificando che:

nervatura trasversale

$$I_{stiff} \geq I_{min} = 0.15 \gamma_T^* h_w t_w^3$$

γ_T^* da tabella 3.1 e 3.2 (CNR 10030/87)

$\alpha = a/h_w$

a passo irrigiditori

Sezione	a [mm]	h _w [mm]	t _w [mm]	TIPO	Area [mm ²]	Inerzia [mm ⁴]	α	γ_T	Inerzia min [mm ⁴]	Inerzia / Inerzia min
C01	3165	2685	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 307 856	9.8
C02	3165	2670	18	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	18 685 728	17.99
C03	3165	2685	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 307 856	9.8
C04	3165	2670	18	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	18 685 728	17.99

10.4.6 VERIFICA DELLE SALDATURE DI COMPOSIZIONE DELLE TRAVI

Il collegamento anima-piattabanda superiore è realizzato a piena penetrazione, pertanto per la verifica si rimanda alla tensione calcolata sul materiale base (si vedano le verifiche al § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Il collegamento dell'anima alla piattabanda inferiore viene realizzato mediante due cordoni d'angolo aventi lato pari al 70% dello spessore minore dei lembi da collegare.

La tensione tangenziale limite del materiale base è data da

$$f_{v,d} = \frac{f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}} = 195 \text{ N/mm}^2$$

dove

$$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

La resistenza della saldatura relativa alle sollecitazioni taglianti tra anima e piattabanda è data da

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} = 262 \text{ N/mm}^2$$

dove

$$f_u = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta_w = 0.9$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Il rapporto della resistenza del materiale base rispetto alla saldatura, per unità di lunghezza, deve risultare:

$$\frac{t_w \cdot f_{v,d}}{2 \cdot 0.7 \cdot t_w \cdot \sqrt{2} / 2 \cdot f_{vw,d}} = \frac{f_y}{f_u} \cdot \frac{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}{0.7 \cdot \sqrt{2} \cdot \gamma_{M0}} \leq 1$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<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;">VI0009 005</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">80 di 133</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0009 005	C	80 di 133
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ CL	VI0009 005	C	80 di 133												
PROGETTO ESECUTIVO																	

dove

t_w spessore dell'anima
 $0.7 t_w 2^{0.5/2}$ sezione di gola della saldatura

Dato che la richiesta di duttilità dell'acciaio strutturale indicata nella normativa europea (EN 1993-1-1, §3.2.2) è pari almeno a $f_u/f_y \geq 1.1$, risulta che

$$\frac{f_y}{f_u} \cdot \frac{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}{0.7 \cdot \sqrt{2} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{1}{1.1} \cdot \frac{0.9 \cdot 1.25}{0.7 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.05} = 0.98 \leq 1$$

Pertanto, la verifica dei due cordoni di saldature anima-piattabanda inferiore, aventi lato pari a $0.7t_w$ (essendo lo spessore dell'anima il minore degli spessori da saldare tra di loro), risulta sempre soddisfatta, per qualsiasi tipologia di acciaio strutturale che soddisfi i requisiti previsti nella normativa europea armonizzata.

Analogo ragionamento è applicabile alle saldature delle altre travi composte saldate.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 81 di 133

10.5 VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' DELLE ASTE

Nei paragrafi seguenti si riassumono le verifiche di resistenza e stabilità delle aste che costituiscono il controvento orizzontale (superiore ed inferiore) ed i diaframmi intermedi del ponte.

10.5.1 DIAGONALI DI CONTROVENTO SUPERIORI

I diagonali di controvento superiori sono costituiti da profili angolari accoppiati, bullonati alla trave principale tramite dei piatti di nodo in corrispondenza dell'asse del traverso.

Le aste collegano tra loro le piattabande delle travi principali, in modo da chiudere torsionalmente il cassone nella fase di getto della soletta. Queste aste sono pertanto sollecitate dalle azioni di Fase I e dalle azioni di Fase II (azioni di lungo termine). In Fase III il cassone risulta chiuso superiormente dalla soletta.

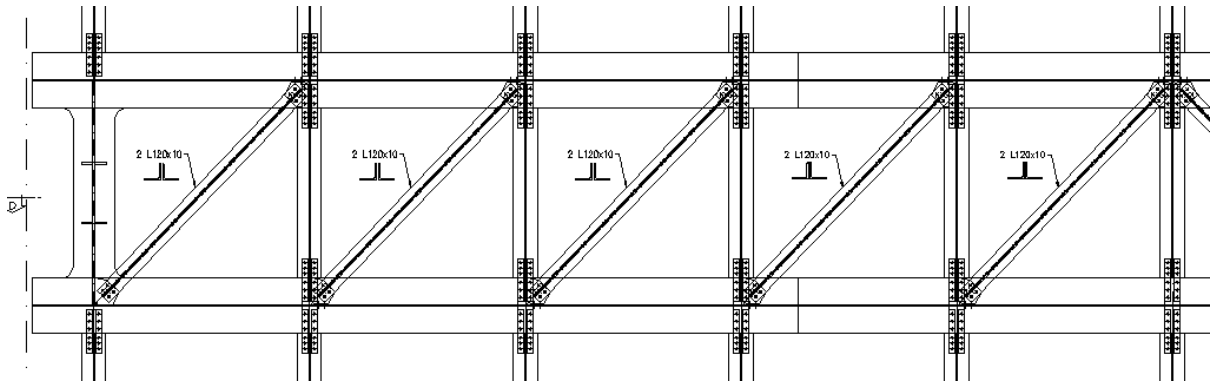


Fig. 84 –Controvento superiore

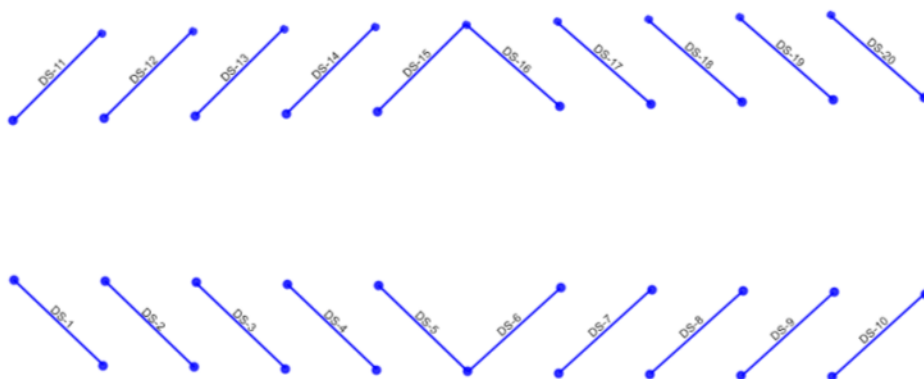


Fig. 85 – Modello FEM: label FRAME diagonali di controvento superiori

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 82 di 133

FRAME	TRAZIONE [kN]	COMPRESSIONE [kN]
-		
DS-1	196	0
DS-2	146	0
DS-3	98	2
DS-4	47	38
DS-5	0	115
DS-6	0	165
DS-7	6	76
DS-8	61	33
DS-9	116	0
DS-10	177	0
DS-11	193	0
DS-12	143	0
DS-13	96	2
DS-14	46	31
DS-15	0	108
DS-16	0	175
DS-17	6	86
DS-18	59	43
DS-19	114	0
DS-20	174	0

Si riassumono di seguito le verifiche di resistenza e stabilità dell'asta maggiormente sollecitata:

- Profilo: 2L120x120x10
 - Materiale: S355
 - Area (lorda) = 4.640 mm²
 - Sollecitazione assiale di compressione $N_{ED} = -175$ kN
 - Sollecitazione assiale di trazione $N_{ED} = 196$ kN
 - Bulloni M27 cl.10.9: n°4
 - Area netta = 4.090 mm²
 - Piastra di nodo spessore 12 mm ($e_1 = 60$ mm)
-
- Forza massima sul singolo bullone $F_{Ed} = 49$ kN
 - Resistenza a rifollamento della piastra $F_{b,Rd,p} = 240$ kN > F_{Ed} → $\Delta = 0,20$ verifica soddisfatta
 - Resistenza a rifollamento dell'angolare $F_{b,Rd,L} = 200$ kN > F_{Ed} → $\Delta = 0,24$ verifica soddisfatta
 - Resistenza a taglio del singolo bullone $F_{V,Rd} = 220$ kN > F_{Ed} → $\Delta = 0,20$ verifica soddisfatta
 - Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 1502$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,13$ verifica soddisfatta
 - Lunghezza $L_{0Y} = 3,98$ m → $\lambda_Y = 111$
 - Lunghezza $L_{0Z} = 0,8 \times 3,98 = 3,2$ m → $\lambda_Z = 61$
 - Resistenza all'instabilità $N_{b,Rd} = 553$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,32$ verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 83 di 133

10.5.2 DIAGONALI DI CONTROVENTO INFERIORI

Le diagonali di controvento inferiori sono costituite da profili angolari accoppiati, bullonati direttamente alle piattabande inferiori delle travi principali.

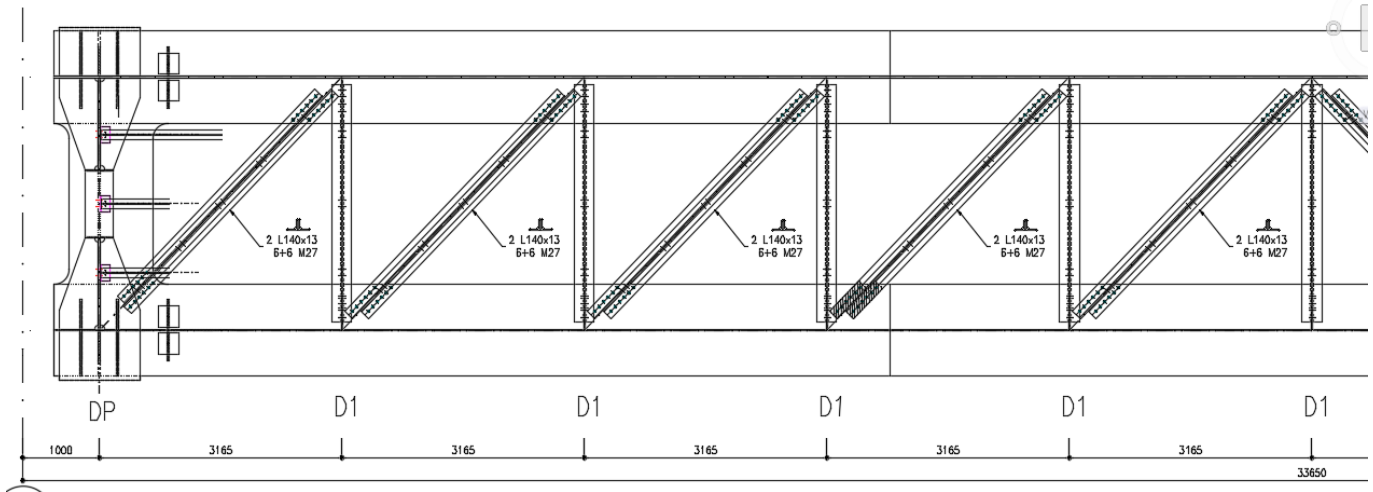


Fig. 86 – Pianta di controvento inferiore

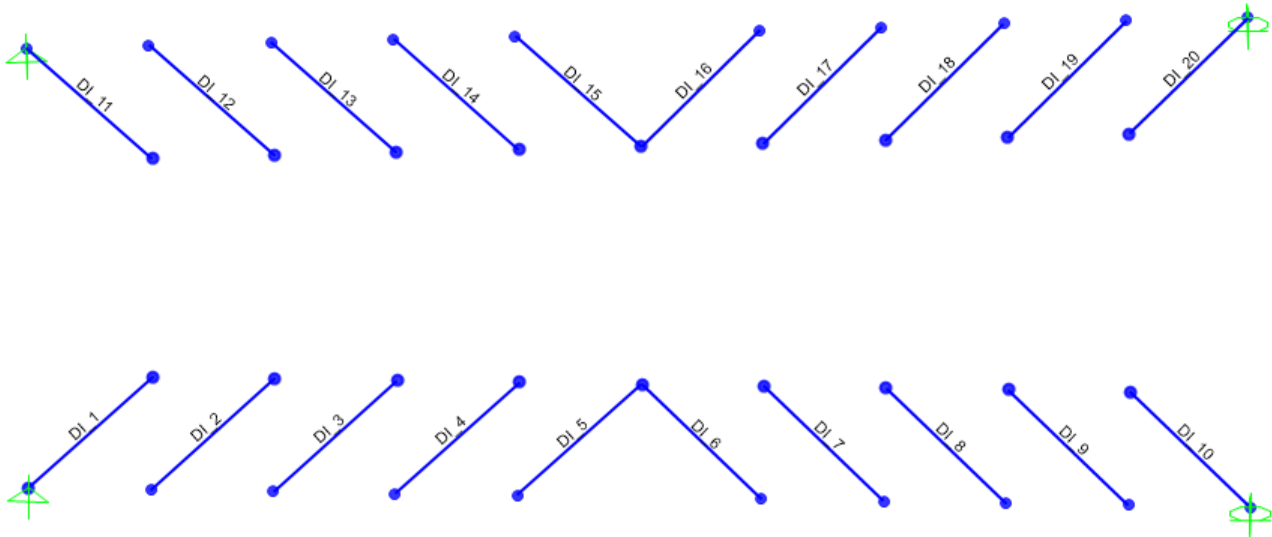


Fig. 87 – Modello FEM: label FRAME diagonali di controvento inferiori

Le tabelle seguenti riassumono le massime sollecitazioni assiali nelle aste calcolate agli SLU (tabella a sinistra) e in combinazione sismica (tabella a destra).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 84 di 133

FRAME	TRAZIONE	COMPRESSIONE	FRAME	TRAZIONE	COMPRESSIONE
-	[kN]	[kN]	-	[kN]	[kN]
DI_1	452	0	DI_1	1171	647
DI_2	447	0	DI_2	990	523
DI_3	423	0	DI_3	832	435
DI_4	356	0	DI_4	601	322
DI_5	330	0	DI_5	377	151
DI_6	365	0	DI_6	396	114
DI_7	395	0	DI_7	592	251
DI_8	477	0	DI_8	880	397
DI_9	531	0	DI_9	1114	522
DI_10	600	0	DI_10	1346	622
DI_11	446	0	DI_11	1171	647
DI_12	448	0	DI_12	990	523
DI_13	429	0	DI_13	832	435
DI_14	366	0	DI_14	601	322
DI_15	337	0	DI_15	377	151
DI_16	399	0	DI_16	396	114
DI_17	427	0	DI_17	592	251
DI_18	508	0	DI_18	880	397
DI_19	554	0	DI_19	1114	522
DI_20	613	0	DI_20	1346	622

Si riassumono di seguito le verifiche di resistenza e stabilità dell'asta diagonale maggiormente sollecitata.

- Profilo: 2L140x140x13
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 6.990 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione $N_{ED} = -647$ kN
- Sollecitazione assiale di trazione $N_{ED} = 1346$ kN
- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 2.303$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,58$ verifica soddisfatta
- Lunghezza $L_{0Y} = 3,3$ m → $\lambda_Y = 77$
- Lunghezza $L_{0Z} = 0,8 \times 3,3 = 2,64$ m → $\lambda_Z = 43$
- Resistenza all'instabilità $N_{b,Rd} = 1395$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,46$ verifica soddisfatta

I giunti di collegamento delle aste sono dimensionati a completo ripristino. Per i profili 2L140x140x13 risulta:

- Bulloni M27 cl.10.9: n°12
- Area netta = 6.272 mm²
- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 2.303$ kN
- Distanza minima dal bordo libero sulla piastra: $e_1 = 60$ mm
- Interasse dei bulloni: $p_1 = 85$ mm
- Resistenza a taglio dei bulloni:
 $F_{V,Rd} = 12 \times 233 = 2.796$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,82$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento della piastra (si considera lo spessore minore della piattabanda inferiore, ossia $s_p = 40$ mm):
 $F_{b,Rd,p} = 590 \times 12 = 7.080$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,33$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento dell'angolare:
 $F_{b,Rd,L} = 256 \times 12 = 3.072$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,75$ verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 85 di 133

10.5.3 DIAFRAMMI

I diaframmi collegano torsionalmente le travi principali di ciascun ponte; hanno uno schema a V e sono costituiti da coppie di angolari bullonati agli stiffeners delle travi principali.

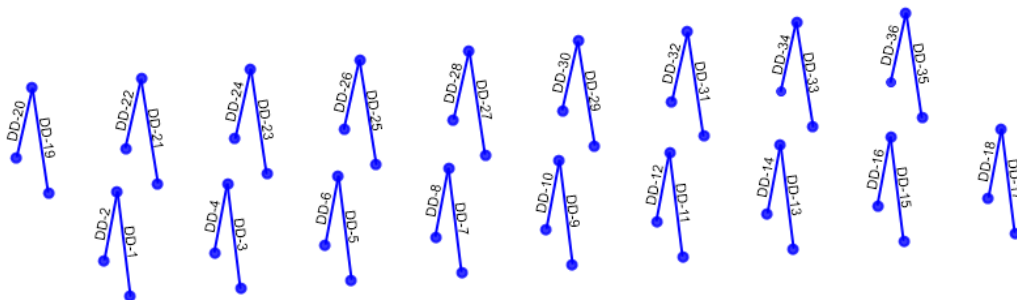


Fig. 88 – Sezione tipica: diaframma tipico

Le tabelle seguenti riassumono le massime sollecitazioni assiali nelle aste calcolate agli SLU (tabella a sinistra) e in combinazione sismica (tabella a destra).

FRAME	TRAZIONE	COMPRESSIONE	FRAME	TRAZIONE	COMPRESSIONE
-	[kN]	[kN]	-	[kN]	[kN]
DD-1	89	428	DD-1	127	279
DD-2	170	316	DD-2	209	208
DD-3	90	414	DD-3	73	214
DD-4	157	318	DD-4	134	139
DD-5	93	393	DD-5	49	168
DD-6	144	321	DD-6	72	97
DD-7	98	371	DD-7	30	129
DD-8	132	329	DD-8	46	70
DD-9	100	378	DD-9	-3	121
DD-10	154	342	DD-10	68	59
DD-11	100	370	DD-11	15	109
DD-12	128	333	DD-12	32	58
DD-13	94	384	DD-13	13	119
DD-14	133	326	DD-14	31	61
DD-15	89	396	DD-15	20	139
DD-16	138	321	DD-16	45	76
DD-17	90	399	DD-17	64	188
DD-18	140	323	DD-18	93	128
DD-19	186	291	DD-19	127	279
DD-20	101	432	DD-20	209	208
DD-21	176	291	DD-21	73	214
DD-22	97	421	DD-22	134	139
DD-23	159	291	DD-23	49	168
DD-24	96	397	DD-24	72	97
DD-25	145	299	DD-25	30	129
DD-26	101	372	DD-26	46	70
DD-27	168	317	DD-27	-3	121
DD-28	104	379	DD-28	68	59
DD-29	140	300	DD-29	15	109
DD-30	101	370	DD-30	32	58
DD-31	144	289	DD-31	13	119
DD-32	95	387	DD-32	31	61
DD-33	151	287	DD-33	20	139
DD-34	92	401	DD-34	45	76
DD-35	158	290	DD-35	64	188
DD-36	96	409	DD-36	93	128

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 86 di 133

Si riassumono di seguito le verifiche di resistenza e stabilità dell'asta maggiormente sollecitata per i diagonali:

- Profilo: 2L120x120x10
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 4.640 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione N_{ED} = -432 kN
- Sollecitazione assiale di trazione N_{ED} = 209 kN

- Resistenza di calcolo a trazione N_{t,Rd} = 1502 kN > N_{ED} → Δ = 0,14 verifica soddisfatta
- Lunghezza L_{0Y} = 0,8 x 1,85 = 1,48 m → λ_Y = 41
- Lunghezza L_{0z} = 1,85 m → λ_z = 36
- Resistenza all'instabilità N_{b,Rd} = 1295 kN > N_{ED} → Δ = 0,33 verifica soddisfatta

I giunti di collegamento delle aste sono dimensionati a completo ripristino, pertanto risulta:

- Bulloni M27 cl.10.9: n°4
- Area netta = 4.090 mm²
- Resistenza di calcolo a trazione N_{t,Rd} = 1498 kN
- Distanza minima dal bordo libero sulla piastra: e₁ = 80 mm
- Distanza minima dal bordo libero sul profilo: e₁ = 60 mm
- Interasse dei bulloni: p₁ = 100 mm

- Resistenza a taglio dei bulloni:
F_{V,Rd} = 2x4x220 = 1760 kN > N_{t,Rd} → Δ = 0,85 verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento della piastra (sp = 16mm):
F_{b,Rd,p} = 414x4 = 1656 kN > N_{t,Rd} → Δ = 0,90 verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento dell'angolare:
F_{b,Rd,L} = 197x4x2 = 1576 kN > N_{t,Rd} → Δ = 0,95 verifica soddisfatta

Per le aste orizzontali inferiori risulta quanto segue.

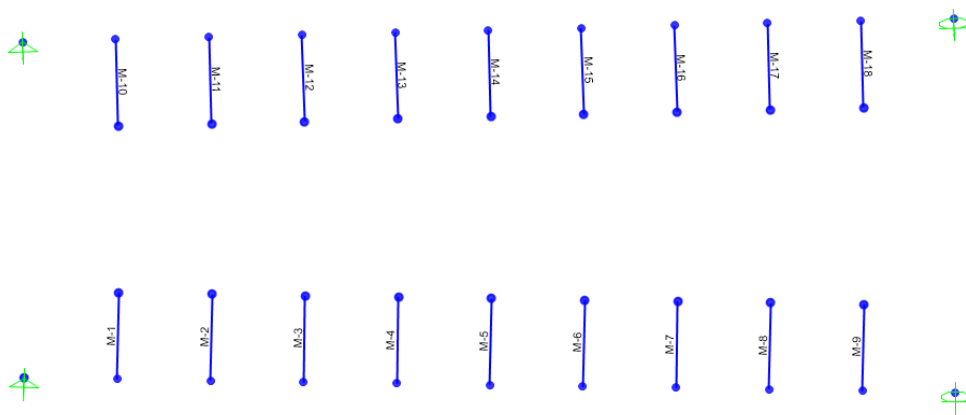


Fig. 89 – Modello FEM: label FRAME aste orizzontali inferiori

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 87 di 133

Le tabelle seguenti riassumono le massime sollecitazioni assiali nelle aste calcolate agli SLU (tabella a sinistra) e in combinazione sismica (tabella a destra).

FRAME	TRAZIONE [kN]	COMPRESSIONE [kN]	FRAME	TRAZIONE [kN]	COMPRESSIONE [kN]
-	0	384	-	0	384
M-1	0	384	M-1	305	755
M-2	0	405	M-2	263	727
M-3	0	357	M-3	232	628
M-4	0	325	M-4	166	514
M-5	0	330	M-5	82	436
M-6	0	351	M-6	127	515
M-7	0	394	M-7	217	667
M-8	0	467	M-8	270	810
M-9	0	470	M-9	290	844
M-10	0	406	M-10	305	755
M-11	0	428	M-11	263	727
M-12	0	384	M-12	232	628
M-13	0	350	M-13	166	514
M-14	0	357	M-14	82	436
M-15	0	379	M-15	127	515
M-16	0	417	M-16	217	667
M-17	0	470	M-17	270	810
M-18	0	466	M-18	290	844

Per le aste orizzontali inferiori, la verifica sull'asta maggiormente sollecitata risulta:

- Profilo: 2L140x140x13
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 7.000 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione $N_{ED} = -844$ kN
- Sollecitazione assiale di trazione $N_{ED} = 305$ kN
- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 2308$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,13$ verifica soddisfatta
- Lunghezza $L_{0Y} = 0,8 \times 2,7 = 2,16$ m → $\lambda_Y = 51$
- Lunghezza $L_{0Z} = 2,7$ m → $\lambda_z = 44$
- Resistenza all'instabilità $N_{b,Rd} = 1830$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,46$ verifica soddisfatta

I giunti di collegamento delle aste sono dimensionati a completo ripristino, pertanto risulta:

- Area netta = 6.272 mm²
- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 2.303$ kN
- Distanza minima dal bordo libero sulla piastra: $e_1 = 80$ mm
- Distanza minima dal bordo libero sul profilo: $e_1 = 60$ mm
- Interasse dei bulloni: $p_1 = 100$ mm

Trattandosi di un giunto indiretto realizzato con 8 bulloni si considera, a favore di sicurezza, la resistenza fornita da 7 bulloni M27 cl.10.9 in doppia sezione.

- Resistenza a taglio dei bulloni:

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 88 di 133

- $F_{V,Rd} = 2 \times 7 \times 220 = 3.080 \text{ kN} > N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,75$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento della piastra (sp = 16mm):
 $F_{b,Rd,p} = 414 \times 7 = 2.898 \text{ kN} > N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,79$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento dell'angolare:
• $F_{b,Rd,L} = 256 \times 7 \times 2 = 3.584 \text{ kN} > N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,64$ verifica soddisfatta

10.5.4 TRAVERSI

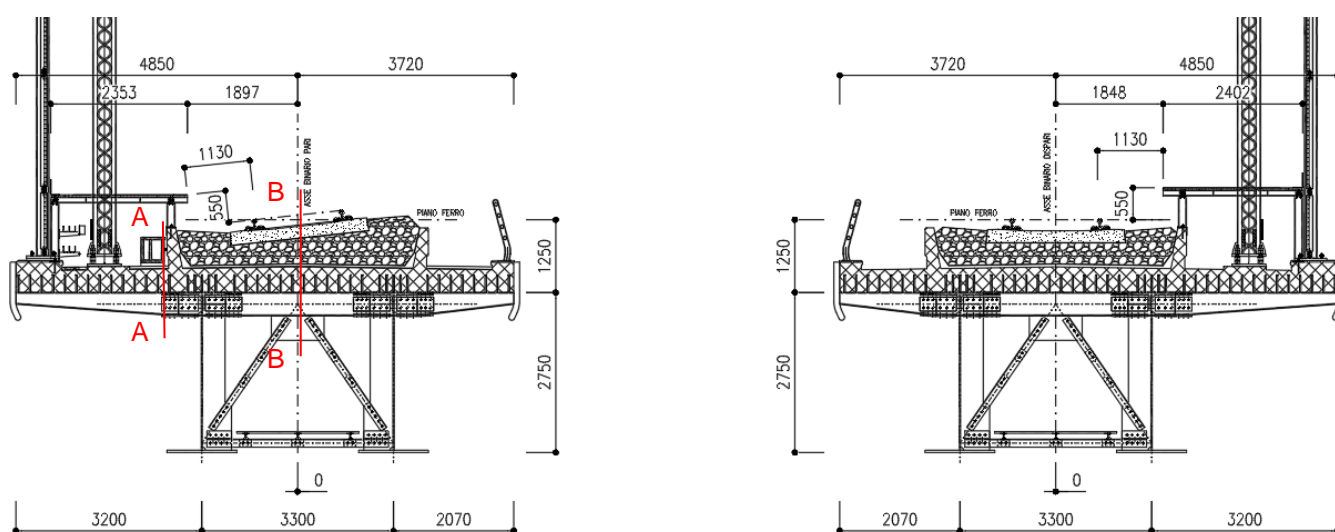


Fig. 90 - Sezione tipica impalcato

I traverzi sono costituiti da un composto saldato a doppio T in acciaio S355 di altezza 400mm, piattabande 350x16 mm e anima di spessore 16mm. Il traverso è collegato alla soletta tramite piolatura.

Per la verifica del traverso si fa riferimento ad un modello FEM semplificato che rappresenta una parte dell'impalcato di lunghezza pari a 5 campi ($L = 5 \times 3,165 = 15,83\text{m}$). Il modello è costituito da elementi beam che rappresentano i traverzi ed elementi plate che rappresentano la soletta in calcestruzzo. I plate hanno lo spessore del getto di calcestruzzo (le lastre predalle non sono collaboranti in direzione trasversale all'impalcato) e sono collegati agli elementi beam (traverzi) sottostanti tramite link rigidi. I traverzi sono vincolati verticalmente in corrispondenza dell'anima delle travi principali. Tramite degli elementi link rigidi, è stato ricreato lo schema del diaframma trasversale in modo da rappresentare le aste diagonali e quindi il vincolo verticale fornito dai diaframmi ai traverzi.

Si considerano 3 diversi modelli che rappresentano le 3 diverse fasi descritte al §10.1, ossia:

- Modello di Fase I, costituito dagli elementi beam in acciaio: in questo modello si applicano i pesi propri dell'acciaio e del calcestruzzo ai traverzi come carichi uniformemente distribuiti;
- Modello di Fase II, costituito dagli elementi beam in acciaio e dagli elementi plate in calcestruzzo con modulo elastico E per carichi di lunga durata. In questa fase si applicano i carichi permanenti come carichi uniformemente distribuiti sugli elementi plate;
- Modello di Fase III, costituito dagli elementi beam in acciaio e dagli elementi plate in calcestruzzo con modulo elastico E per carichi di breve durata. In questa fase si applicano i sovraccarichi accidentali dovuti

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 89 di 133

al transito dei treni come carichi uniformemente distribuiti sugli elementi plate. Si applica inoltre l'azione del vento, tramite degli elementi fittizi posti a metà altezza della barriera e collegati rigidamente all'impalcato tramite link.

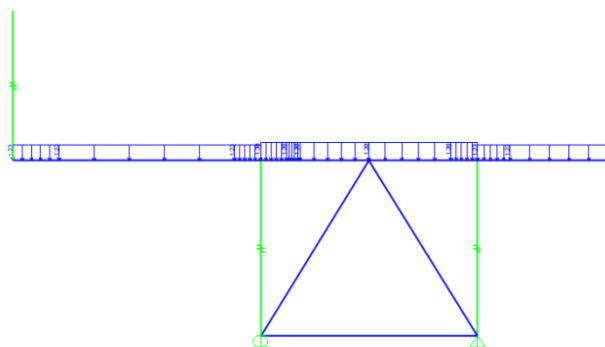


Fig. 91 – Modello Fase I (peso proprio della soletta applicato come carico uniformemente distribuito)

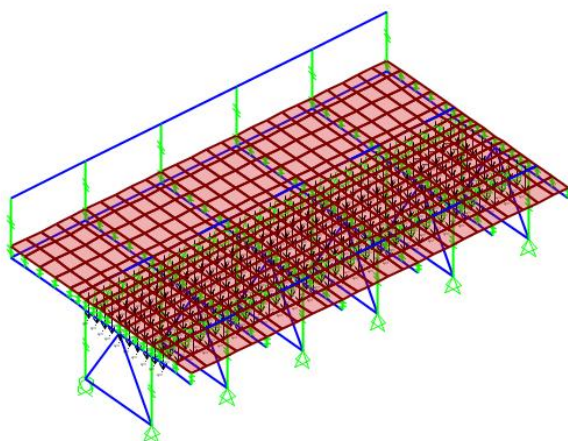


Fig. 92 – Modello Fase II (peso del ballast applicato come pressione uniforme sulla soletta)

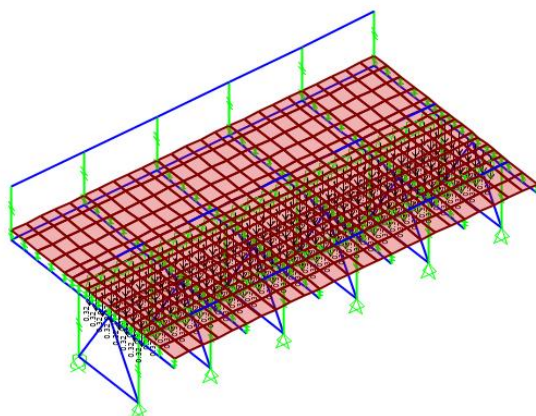


Fig. 93 – Modello Fase III (carico verticale del treno applicato come pressione uniforme su una larghezza pari a 4,3m)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 90 di 133

Nella tabella seguente si riportano i parametri di sollecitazione nel traverso in corrispondenza delle sezioni A-A e B-B (Fig. 90).

Sezione A-A								
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	Coeff. SLU	N [kN]	M [kNm]	V [kN]
P.P. acciaio+cls	Fase I	0	-183	109	1,35	0	--247	147
Permanenti	Fase II	0	-53	32	1,5	0	-80	48
Folla	Fase III	0	-10	7	1,5	0	-16	-10
Vento	Fase III	-77	-6	0	1,5	-116	-9	0
Totale						-116	-352	185

Le tensioni nel profilo risultano:

$$\sigma_{sup} = -116 \times 1000 / 17.088 - 352 \times 10^6 / -2,4 \times 10^6 = -7 + 146 = +139 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,41$$

$$\sigma_{inf} = -119 \times 1000 / 17.088 - 296 \times 10^6 / 2,4 \times 10^6 = -7 - 146 = -153 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,45$$

$$\tau_{max} = 33 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,17$$

$$\sigma_{id} = 149 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,44$$

La verifica di resistenza del traverso risulta soddisfatta.

Sezione B-B								
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	Coeff. SLU	N [kN]	M [kNm]	V [kN]
P.P. acciaio+cls	Fase I	0	10	0	1,35	0	13,5	0,
Permanenti	Fase II	-47	1	1	1,50	-71	1,5	0
Treno	Fase III	-13 (*)	2,4	18	1,45x2,0	-37	7,0	52
Serpeggiamento	Fase III	-14 (*)	1	0	1,45	-20	1,5	0
Totale						-128	23,5	52

(*) Le sollecitazioni assiali sono dovute all'effetto torcente del carico, pertanto sono ricavate dal modello FEM globale, determinando la quota parte di sollecitazione che interessa la sola area del traverso in acciaio (nel modello globale il beam che rappresenta il traverso ha una sezione mista acciaio-calcestruzzo)

Le tensioni nel profilo risultano:

$$\sigma_{sup} = -128 \times 1000 / 17.088 - 23,5 \times 10^6 / -2,4 \times 10^6 = -2 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,01$$

$$\sigma_{inf} = -128 \times 1000 / 17.088 - 23,5 \times 10^6 / 2,4 \times 10^6 = -16,5 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,05$$

$$\tau_{max} = 9 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,03$$

$$\sigma_{id} = 21 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,06$$

La verifica di resistenza del traverso risulta abbondantemente soddisfatta.

L'abbassamento massimo del traverso si calcola all'estremità della mensola per sole azioni accidentali e risulta pari a 0,4 mm, valore assolutamente trascurabile.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 92 di 133

10.5.5 DIAFRAMMA DI TESTA

Si verifica il diaframma di testa considerando la massima sollecitazione tagliante calcolata, che risulta pari a 1450 kN e si ottiene dalla combinazione di calcolo sismica.

La resistenza all'instabilità per taglio del pannello d'anima privo di irrigidimenti intermedi è definito dalla normativa come la somma di due termini: la resistenza dell'anima $V_{bw,Rd}$ ed il contributo fornito dalle piattabande $V_{bf,Rd}$, ossia:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

Trascurando il contributo fornito dalle piattabande e trascurando la presenza degli irrigidimenti verticali e trasversali del pannello, la resistenza all'instabilità per taglio dell'anima risulta:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{0,80 \cdot 355 \cdot 2680 \cdot 30}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 11.967 \text{ kN} \gg 1450 \text{ kN} \quad \rightarrow \Delta = 0,12 \text{ verifica soddisfatta}$$

Dove il parametro χ_w è definito dalla tabella C4.2.VII della normativa italiana (Fig. 94) ed è funzione di λ_w .

Tabella C4.2.VII Coefficienti χ_w per il calcolo della resistenza all'instabilità a taglio del pannello

Coefficiente di snellezza	Coefficiente χ_w per montanti d'appoggio rigidi	Coefficiente χ_w per gli altri casi
$\lambda_w < 0,83/\eta$	η	η
$(0,83/\eta) \leq \lambda_w < 1,08$	$0,83/\lambda_w$	$0,83/\lambda_w$
$\lambda_w \geq 1,08$	$1,37/(0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83/\lambda_w$

Fig. 94 - Tabella C4.2.VII del DM 2018

Nel caso in esame risulta:

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot t^2}{12(1-\nu^2) \cdot h_w} = 190000 \left(\frac{t}{h_w} \right)^2 = 23,8 \text{ MPa}$$

$$k_\tau = 5,34 + 4,0 \cdot \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 7,98 \text{ per } a / h_w < 1$$

$$\tau_{cr} = k_\tau \cdot \sigma_E = 190 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,2$$

$$0,69 < \lambda_w = 0,76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}} = 1,04 < 1,08$$

$$\rightarrow \chi_w = 0,83 / \lambda_w = 0,80$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 93 di 133

10.6 VERIFICHE A FATICA

Le verifiche di resistenza a fatica sono effettuate con il metodo dei coefficienti λ come definito nel “Manuale di progettazione delle opere civili – parte II – sezione 2 – ponti e strutture”. Si riconduce pertanto la verifica a fatica ad una verifica convenzionale di resistenza, confrontando il delta convenzionale di tensione di progetto $\Delta\sigma_{Ed}$ con la classe del particolare $\Delta\sigma_c$.

La variazione di tensione convenzionale di calcolo $\Delta\sigma_{Ed}$ è definita come:

$$\Delta\sigma_{Ed} = \lambda \cdot \Phi_2 \cdot \Delta\sigma_{71}$$

dove:

- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4$ è un fattore di correzione che tiene conto della lunghezza di influenza, del volume di traffico, della vita di progetto del ponte e della contemporaneità dei transiti
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,82 = 1,0$ è il coeff. di incremento dinamico del sovraccarico teorico (definito al §8.3)
- $\Delta\sigma_{71}$ è la differenza di tensione tra i valori estremi σ_{max} e σ_{min} dovuti al sovraccarico teorico di calcolo adottato per il ponte (LM71) nella posizione più sfavorevole. Trattandosi di binario singolo, i valori tensionali sono calcolati considerando un coefficiente riduttivo λ_4 pari a 1,0.

La verifica impone che:

$$\Delta\sigma_{Ed} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \text{ e } \Delta\tau_{Ed} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}$$

dove:

- $\Delta\sigma_c$ e $\Delta\tau_c$ rappresentano la resistenza a fatica corrispondente a 2×10^6 cicli da ricavare sulle curve SN corrispondenti al particolare strutturale in esame
- $\gamma_{Mf} = 1,35$ per i ponti ferroviari metallici, considerati opere “sensibili ai fenomeni di fatica”

	Conseguenza della rottura per fatica	
	Moderate	Significative
Danneggiamento accettabile (strutture poco sensibili alla rottura per fatica)	$\gamma_{Mf}=1,00$	$\gamma_{Mf}=1,15$
Vita utile (strutture sensibili alla rottura per fatica)	$\gamma_{Mf}=1,15$	$\gamma_{Mf}=1,35$

Fig. 95 – Coefficienti parziali per verifiche a fatica

Il fattore di correzione si calcola come:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \leq \lambda_{max} = 1,4$$

In particolare:

λ_1 dipende dalla lunghezza di influenza dell'elemento.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 94 di 133

Si considera un coefficiente λ_1 pari a 0,65, calcolato per L = 31,65 m per gli stati flessionali. Per gli stati tensionali provenienti da sollecitazioni di taglio si considera un coefficiente λ_1 pari a 0,65 (calcolato con L = 31,65m) per le sezioni di mezzera e un coefficiente $\lambda_1 = 0,80$ (calcolato con L = 0,4x31,65m = 12,6m nelle sezioni in appoggio).

λ_2 tiene conto del volume di traffico: si assume 25x10⁶ tonnellate all'anno per ciascun binario

Traffico annuo [10 ⁶ t/binario]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0.72	0.83	0.90	0.96	1.00	1.04	1.07	1.10	1.15

Fig. 96 – Valori di λ_2 in termini di volume di traffico annuo

λ_3 tiene conto della vita di progetto del ponte (100 anni)

Vita utile a fatica [anni]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0.87	0.90	0.93	0.96	0.98	1.00	1.04

Fig. 97 – Valori di λ_3 – vita utile a fatica

λ_4 tiene conto della contemporaneità dei convogli nel caso di ponti a più binari. Nel caso in esame è pari ad 1,0

Il fattore totale λ risulta pertanto pari a $\lambda_1 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0$.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 95 di 133

10.6.1 Dettaglio 56: attacco piatto di controvento superiore a cordone d'angolo

Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
80 (a) 71 (b) 63 (c) 56 (d)		Attacchi saldati longitudinali 1) La classe del dettaglio dipende dalla lunghezza dell'attacco (a) $L \leq 50$ mm (b) $50 < L \leq 80$ mm (c) $80 < L \leq 100$ mm (d) $L > 100$ mm	Spessore dell'attacco minore della sua altezza. In caso contrario vedi dettagli 5 e 6

Fig. 98 – Dettaglio 45 – attacchi trasversali (D.M.2018)

Si verifica il dettaglio 56 considerando la variazione di tensione in corrispondenza della saldatura del piatto di attacco dei controventi superiori all'anima delle travi.

- $\Delta\sigma_1 = 34$ MPa
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,65 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,65$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 = 1,09$
- $\Delta\sigma_{Ed} = 24,1$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}} = 39,6$
- $\Delta = 0,61$

→ verifica soddisfatta

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 96 di 133

DETT.56: RIB - ANIMA SUP.			DETT.56: RIB - ANIMA SUP.			DETT.56: RIB - ANIMA INF.			DETT.56: RIB - ANIMA INF.		
FRAME		ratio	FRAME		ratio	FRAME		ratio	FRAME		ratio
1	C01	0.00	17	C03	0.00	1	C01	0.00	17	C03	0.00
1	C01	0.00	17	C03	0.00	1	C01	0.00	17	C03	0.00
2	C01	0.00	18	C03	0.00	2	C01	0.04	18	C03	0.04
2	C01	0.01	18	C03	0.02	2	C01	0.11	18	C03	0.03
3	C01	0.01	19	C03	0.02	3	C01	0.11	19	C03	0.03
3	C01	0.03	19	C03	0.05	3	C01	0.26	19	C03	0.20
4	C01	0.03	20	C03	0.05	4	C01	0.25	20	C03	0.20
4	C01	0.06	20	C03	0.09	4	C01	0.42	20	C03	0.38
5	C01	0.06	21	C03	0.09	5	C01	0.42	21	C03	0.39
5	C01	0.08	21	C03	0.12	5	C01	0.54	21	C03	0.52
6	C01	0.08	22	C03	0.12	6	C01	0.52	22	C03	0.53
6	C01	0.08	22	C03	0.12	6	C01	0.55	22	C03	0.55
7	C02	0.08	23	C04	0.13	7	C02	0.51	23	C04	0.51
7	C02	0.09	23	C04	0.14	7	C02	0.55	23	C04	0.57
8	C02	0.09	24	C04	0.14	8	C02	0.54	24	C04	0.58
8	C02	0.10	24	C04	0.14	8	C02	0.56	24	C04	0.61
9	C02	0.10	25	C04	0.14	9	C02	0.56	25	C04	0.61
9	C02	0.09	25	C04	0.14	9	C02	0.54	25	C04	0.58
10	C02	0.09	26	C04	0.14	10	C02	0.55	26	C04	0.57
10	C02	0.09	26	C04	0.12	10	C02	0.50	26	C04	0.52
11	C01	0.08	27	C03	0.12	11	C01	0.54	27	C03	0.56
11	C01	0.08	27	C03	0.11	11	C01	0.52	27	C03	0.54
12	C01	0.08	28	C03	0.11	12	C01	0.53	28	C03	0.53
12	C01	0.06	28	C03	0.09	12	C01	0.40	28	C03	0.40
13	C01	0.06	29	C03	0.09	13	C01	0.41	29	C03	0.40
13	C01	0.03	29	C03	0.05	13	C01	0.23	29	C03	0.22
14	C01	0.03	30	C03	0.05	14	C01	0.23	30	C03	0.23
14	C01	0.01	30	C03	0.02	14	C01	0.08	30	C03	0.07
15	C01	0.01	31	C03	0.02	15	C01	0.08	31	C03	0.07
15	C01	0.00	31	C03	0.00	15	C01	0.01	31	C03	0.00
16	C01	0.00	32	C03	0.00	16	C01	0.00	32	C03	0.00
16	C01	0.00	32	C03	0.00	16	C01	0.00	32	C03	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 97 di 133

10.6.2 Dettaglio 71: attacchi trasversali

80 (a) 71 (b)		Attacchi trasversali 6) Saldati a una piastra 7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta 8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda (a) $l \leq 50$ mm (b) $50 < l \leq 80$ mm Le classi sono valide anche per nervature anulari	6) e 7) Le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti 7) Se la nervatura termina nell'anima, $\Delta\sigma$ deve essere calcolato usando le tensioni principali
------------------	--	---	---

Fig. 99 – Dettaglio 71 – attacchi trasversali (D.M.2018)

Si verifica il dettaglio 71 considerando la variazione di tensione in corrispondenza della saldatura tra stiffener e piattabanda (superiore e inferiore) delle travi principali.

Si riportano di seguito i calcoli relativi alla sezione maggiormente sollecitata.

- $\Delta\sigma_1 = 34$ MPa
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,65 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,65$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,82 = 1,09$
- $\Delta\sigma_{Ed} = 24,1$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}} = 50,2$
- $\Delta = 0,48$

→ verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 98 di 133

DETT.71: STIFFENER - ANIMA SUP.			DETT.71: STIFFENER - ANIMA SUP.			DETT.71: STIFFENER - ANIMA INF.			DETT.71: STIFFENER - ANIMA INF.		
FRAME	ratio		FRAME	ratio		FRAME	ratio		FRAME	ratio	
1	C01	0.00	17	C03	0.00	1	C01	0.00	17	C03	0.00
1	C01	0.00	17	C03	0.00	1	C01	0.00	17	C03	0.00
2	C01	0.00	18	C03	0.00	2	C01	0.03	18	C03	0.03
2	C01	0.01	18	C03	0.01	2	C01	0.09	18	C03	0.03
3	C01	0.01	19	C03	0.01	3	C01	0.09	19	C03	0.03
3	C01	0.02	19	C03	0.04	3	C01	0.20	19	C03	0.16
4	C01	0.02	20	C03	0.04	4	C01	0.20	20	C03	0.16
4	C01	0.04	20	C03	0.07	4	C01	0.33	20	C03	0.30
5	C01	0.05	21	C03	0.07	5	C01	0.33	21	C03	0.30
5	C01	0.06	21	C03	0.09	5	C01	0.42	21	C03	0.41
6	C01	0.06	22	C03	0.09	6	C01	0.41	22	C03	0.42
6	C01	0.06	22	C03	0.09	6	C01	0.43	22	C03	0.43
7	C02	0.07	23	C04	0.10	7	C02	0.40	23	C04	0.40
7	C02	0.07	23	C04	0.11	7	C02	0.44	23	C04	0.45
8	C02	0.07	24	C04	0.11	8	C02	0.43	24	C04	0.46
8	C02	0.08	24	C04	0.11	8	C02	0.44	24	C04	0.48
9	C02	0.08	25	C04	0.11	9	C02	0.44	25	C04	0.48
9	C02	0.07	25	C04	0.11	9	C02	0.42	25	C04	0.46
10	C02	0.07	26	C04	0.11	10	C02	0.43	26	C04	0.45
10	C02	0.07	26	C04	0.10	10	C02	0.40	26	C04	0.41
11	C01	0.06	27	C03	0.09	11	C01	0.42	27	C03	0.44
11	C01	0.06	27	C03	0.09	11	C01	0.41	27	C03	0.42
12	C01	0.06	28	C03	0.09	12	C01	0.42	28	C03	0.42
12	C01	0.05	28	C03	0.07	12	C01	0.32	28	C03	0.32
13	C01	0.05	29	C03	0.07	13	C01	0.32	29	C03	0.31
13	C01	0.03	29	C03	0.04	13	C01	0.18	29	C03	0.18
14	C01	0.03	30	C03	0.04	14	C01	0.18	30	C03	0.18
14	C01	0.01	30	C03	0.01	14	C01	0.06	30	C03	0.06
15	C01	0.01	31	C03	0.01	15	C01	0.06	31	C03	0.06
15	C01	0.00	31	C03	0.00	15	C01	0.01	31	C03	0.00
16	C01	0.00	32	C03	0.00	16	C01	0.00	32	C03	0.00
16	C01	0.00	32	C03	0.00	16	C01	0.00	32	C03	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 99 di 133

10.6.3 Dettaglio 80: giunti trasversali a piena penetrazione

80		Saldature senza piatto di sostegno 9) Giunti trasversali in travi com-poste, in assenza di lunette di scarico 10) Giunti trasversali completi di profili laminati, in presenza di lunette di scarico 11) Giunti trasversali di lamiera, piatti, profilati e travi composte Per spessori $t > 25$ mm, si deve adottare una classe ridotta del coefficiente $k_s = (25/t)^{0,2}$	Saldature effettuate da entrambi i lati, non molate e sottoposte a controlli non distruttivi. Le saldature devono essere iniziate e terminate su tacchi d'estremità, da rimuovere una volta completata la saldatura I bordi esterni delle saldature devono essere molati in direzione degli sforzi Sovrappessore di saldatura non maggiore del 20% della larghezza del cordone, per i dettagli 9) e 11), o del 10% per il dettaglio 10, con zone di transizione regolari
----	--	---	---

Fig. 100 – Dettaglio 80 – giunti trasversali (D.M.2018)

Si verifica il dettaglio 80 considerando la variazione di tensione in corrispondenza della saldatura all'intradosso delle travi principali (filo inferiore della piattabanda inferiore).

Si riportano di seguito i calcoli relativi alla sezione maggiormente sollecitata.

- $\Delta\sigma_1 = 35,4$ MPa
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,65 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,65$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 = 1,09$
- $\Delta\sigma_{Ed} = 25,1$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}} = 50$
- $\Delta = 0,50$

→ verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 101 di 133

10.6.4 Dettaglio 80: saldature a cordoni d'angolo

Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
80		8) Cordoni d'angolo continui soggetti a sforzi di sconnessione, quali quelli di composizione tra anima e piattabanda in travi composte saldate 9) Giunzioni a sovrapposizione a cordoni d'angolo soggette a tensioni tangenziali	8) $\Delta\tau$ deve essere calcolato in riferimento alla sezione di gola del cordone 9) $\Delta\tau$ deve essere calcolato in riferimento alla sezione di gola del cordone, considerando la lunghezza totale del cordone, che deve terminare a più di 10 mm dal bordo della piastra

Fig. 101 – Dettaglio 80 – saldatura longitudinale anima-piattabanda (DM.2018)

Si verifica il dettaglio 80 considerando la variazione di tensione in corrispondenza del cordone di saldatura tra l'anima e le piattabande (superiore ed inferiore) delle travi principali.

Si riportano di seguito i calcoli relativi alla sezione maggiormente sollecitata.

- $\Delta\tau_1 = 13,8 \text{ MPa}$
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,80 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,82 = 0,80$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 = 1,09$
- $\Delta\sigma_{Ed} = 12,1$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\tau_C}{\gamma_{Mf}} = 59,3$
- $\Delta = 0,20$

→ verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 102 di 133

DETT.80: PTB SUP			DETT.80: PTB SUP			DETT.80: PTB INF			DETT.80: PTB INF		
FRAME		ratio	FRAME		ratio	FRAME		ratio	FRAME		ratio
1	C01	0.00	17	C03	0.00	1	C01	0.00	17	C03	0.00
1	C01	0.00	17	C03	0.00	1	C01	0.00	17	C03	0.00
2	C01	0.19	18	C03	0.20	2	C01	0.13	18	C03	0.14
2	C01	0.19	18	C03	0.20	2	C01	0.13	18	C03	0.14
3	C01	0.19	19	C03	0.20	3	C01	0.13	19	C03	0.14
3	C01	0.19	19	C03	0.20	3	C01	0.13	19	C03	0.14
4	C01	0.16	20	C03	0.17	4	C01	0.11	20	C03	0.12
4	C01	0.16	20	C03	0.17	4	C01	0.11	20	C03	0.12
5	C01	0.10	21	C03	0.11	5	C01	0.07	21	C03	0.08
5	C01	0.10	21	C03	0.11	5	C01	0.07	21	C03	0.08
6	C01	0.08	22	C03	0.08	6	C01	0.05	22	C03	0.06
6	C01	0.08	22	C03	0.08	6	C01	0.05	22	C03	0.06
7	C02	0.09	23	C04	0.10	7	C02	0.07	23	C04	0.08
7	C02	0.09	23	C04	0.10	7	C02	0.07	23	C04	0.08
8	C02	0.06	24	C04	0.08	8	C02	0.05	24	C04	0.06
8	C02	0.06	24	C04	0.08	8	C02	0.05	24	C04	0.06
9	C02	0.07	25	C04	0.08	9	C02	0.05	25	C04	0.06
9	C02	0.07	25	C04	0.08	9	C02	0.05	25	C04	0.06
10	C02	0.09	26	C04	0.10	10	C02	0.07	26	C04	0.08
10	C02	0.09	26	C04	0.10	10	C02	0.07	26	C04	0.08
11	C01	0.08	27	C03	0.08	11	C01	0.05	27	C03	0.06
11	C01	0.08	27	C03	0.08	11	C01	0.05	27	C03	0.06
12	C01	0.10	28	C03	0.10	12	C01	0.07	28	C03	0.07
12	C01	0.10	28	C03	0.10	12	C01	0.07	28	C03	0.07
13	C01	0.16	29	C03	0.16	13	C01	0.11	29	C03	0.11
13	C01	0.16	29	C03	0.16	13	C01	0.11	29	C03	0.11
14	C01	0.20	30	C03	0.19	14	C01	0.14	30	C03	0.14
14	C01	0.20	30	C03	0.19	14	C01	0.14	30	C03	0.14
15	C01	0.20	31	C03	0.19	15	C01	0.14	31	C03	0.14
15	C01	0.20	31	C03	0.19	15	C01	0.14	31	C03	0.14
16	C01	0.00	32	C03	0.00	16	C01	0.00	32	C03	0.00
16	C01	0.00	32	C03	0.00	16	C01	0.00	32	C03	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 105 di 133

10.6.6 Verifica di resistenza a fatica nei traversi

Con riferimento ai parametri di sollecitazione riportati al § 10.5.4 relativamente alla sezione B-B in, la variazione di tensione nel profilo dovuta al solo transito del treno risulta pari a $\phi \Delta\sigma = 1,43 \times 1,8 = 2,6$ MPa.

$$\Delta\sigma_{sup} = -13 \times 1000 / 17.088 + 2.4 \times 10^6 / -2.4 \times 10^6 = -1,8 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{inf} = -13 \times 1000 / 17.088 + 2.4 \times 10^6 / 2.4 \times 10^6 = 0,2 \text{ MPa}$$

Tale valore risulta inferiore al $\Delta\sigma_L$ calcolato per il dettaglio più gravoso previsto dalla normativa, ossia

$$\Delta\sigma_L = 0,549 \Delta\sigma_D = 0,549 \times 0,737 \Delta\sigma_C = 15 \text{ MPa (per } \Delta\sigma_C = 36 \text{ MPa)}$$

Pertanto la verifica risulta implicitamente soddisfatta.

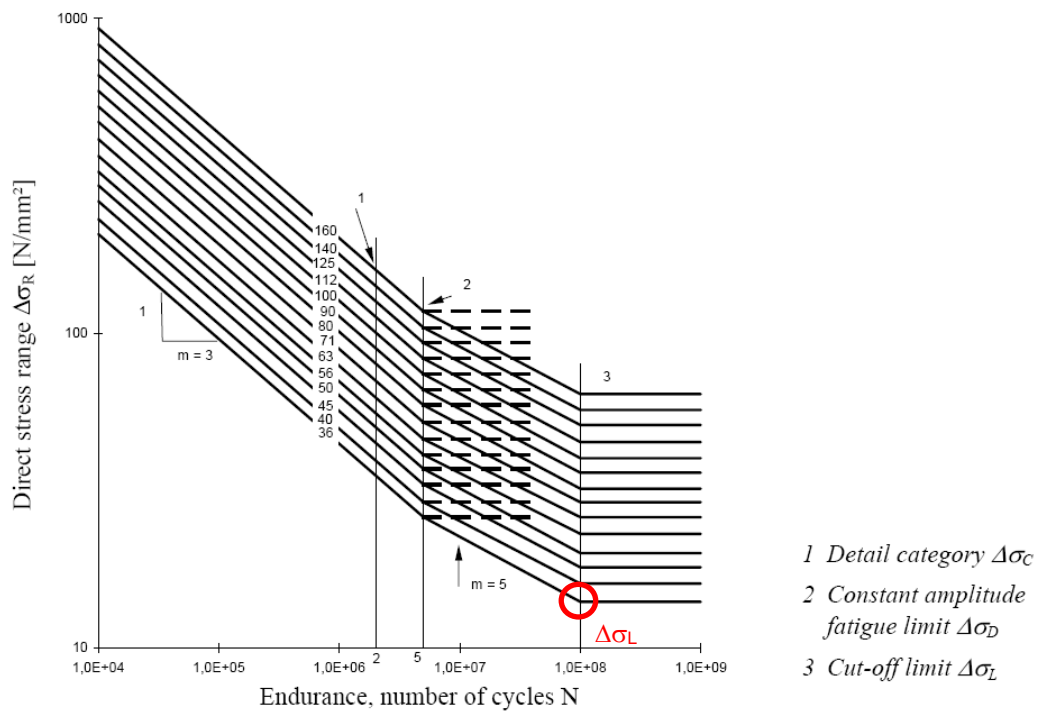


Figure 7.1: Fatigue strength curves for direct stress ranges

Fig. 102 – Curve di fatica N - $\Delta\sigma$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 106 di 133

10.7 VERIFICHE DI DEFORMABILITA' DELL'IMPALCATO

10.7.1 Stato limite di esercizio per la sicurezza del traffico ferroviario

Il manuale di progettazione delle opere civili "RFI DTC SI PS MA IFS 001 E" prescrive al §2.5.1.8.3.2.2. "Requisiti concernenti le deformazioni e le vibrazioni" prescrive una limitazione alla deformazione verticale dell'impalcato tra gli stati limite di servizio per la sicurezza del traffico ferroviario.

Il valore massimo di deformazione verticale ammesso è calcolato come $L/600$ e risulta pari a $31650/600 = 53$ mm.

La freccia massima calcolata con i modelli di carico LM71 e SW2 (incrementati con il coefficiente dinamico e con il coefficiente di adattamento α) è di 12 mm (< 53 mm). La verifica è pertanto soddisfatta.

10.7.2 Stato limite per il comfort dei passeggeri

La normativa ferroviaria limita i valori della freccia verticale per i ponti in funzione della luce e del numero delle campate consecutive, dello schema statico del ponte e della velocità di percorrenza del convoglio.

Nel caso in esame si tratta di un ponte di luce 31,65m con velocità di progetto 200 km/h, per cui il limite L/δ risulta di 1400 dal grafico di Fig. 103. La freccia limite pertanto risulta di $31650/1400 = 22,6$ mm.

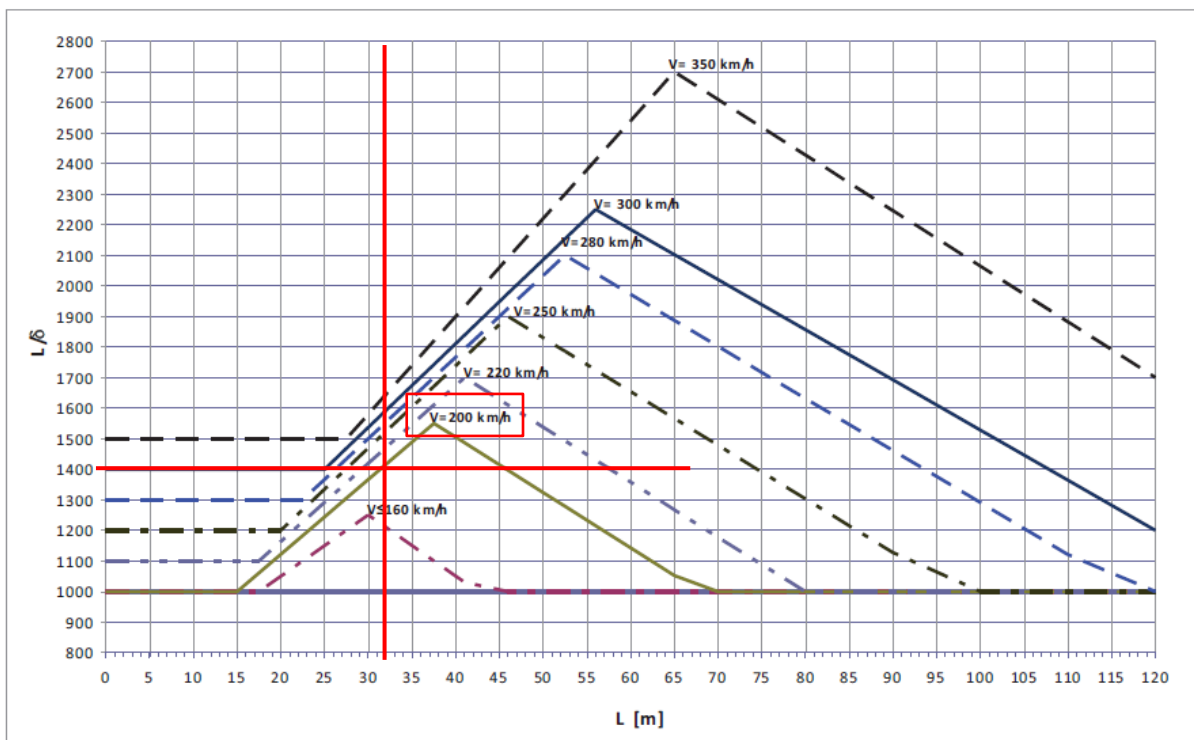


Fig. 103 – Valori del limite di deformabilità L/d per il comfort dei passeggeri (estratto dal manuale di progettazione delle opere civili)

La deformazione del ponte ottenuta dal modello FEM considerando il modello di carico LM71 (con il relativo incremento dinamico e coefficiente di adattamento α) risulta di 10.2 mm ossia inferiore al limite previsto da normativa (22,6 mm). La verifica è pertanto soddisfatta.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 107 di 133

10.7.3 Inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato

Considerando la presenza del treno di carico LM 71, incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico ($\phi = 1,13$) e con il coefficiente α , l'azione del vento, la forza laterale (serpeggio), la forza centrifuga e gli effetti della variazione di temperatura, l'inflessione totale nel piano orizzontale dell'impalcato risulta pari a 1,9 mm.

Considerata la velocità massima di progetto pari a 200km/h, i limiti previsti dal Manuale RFI per l'inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato sono:

- variazione angolare massima pari a 0,0020 rad
- raggio di curvatura orizzontale minimo pari a 6000m (per ponti a singola travata).

Tab. 5.2.VIII - Massima variazione angolare e minimo raggio di curvatura

Velocità [km/h]	Variazione Angolare massima	Raggio minimo di curvatura	
		Singola campata	Più campate
$V \leq 120$	0,0035 rd	1700 m	3500 m
$120 < V \leq 200$	0,0020 rd	6000 m	9500 m
$200 < V$	0,0015 rd	14000 m	17500 m

Fig. 104 – Valori del limite di inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato (Manuale RFI)

Il massimo spostamento orizzontale risulta:

$$\delta_{\max} = \frac{L^2}{8 \cdot R} = \frac{31,65^2}{8 \cdot 6000} = 0,021m = 21mm > 1,9 \text{ mm}$$

Pertanto per $\delta = 1,9 \text{ mm}$, risulta:

$$R = 65.903 \text{ m}$$

$$1/R = 0,000015 \ll 0,002 \text{ rad}$$

L'inflessione orizzontale risulta pertanto inferiore ai limiti previsti dal Manuale RFI per impalcato ferroviari.

10.7.4 Deformazioni torsionali dell'impalcato

La torsione dell'impalcato del ponte è calcolata considerando il treno di carico LM71 incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico ($\phi = 1,13$) e con il coefficiente α . Il massimo sghembo, misurato su una lunghezza di 3m e considerando le rotaie solidali all'impalcato, non deve eccedere il valore di 3mm / 3m, per strutture con velocità di progetto pari o inferiore a 200km/h.

Nel modello FEM si applicano 8 forze concentrate pari a $250/2 = 125 \text{ kN}$ ciascuna ad una distanza di 1,6m in direzione longitudinale e di 1,435 m in direzione trasversale (corrispondente allo scartamento delle rotaie), centrate rispetto all'asse binario.

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 108 di 133

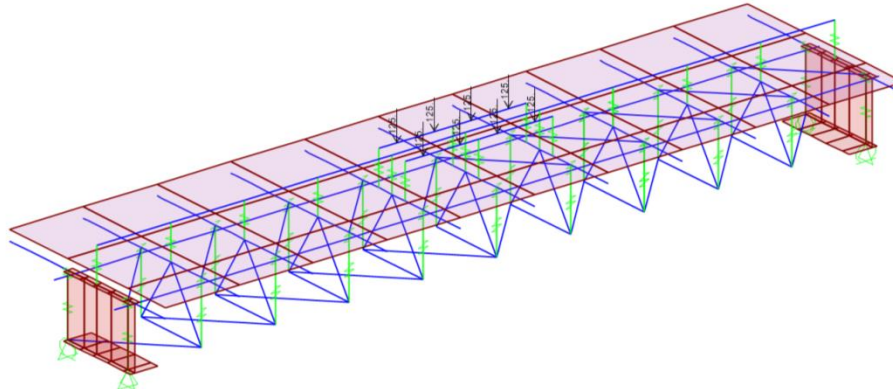


Fig. 105 – Modello FEM: carichi concentrati del treno LM71 - sghembo

Si calcola l’abbassamento differenziale dell’impalcato approssimando i nodi della maglia prevista dal Manuale Rfi (3m x s) con i nodi della mesh del modello FEM. Si considerano pertanto i quattro nodi di intersezione tra due traversi consecutivi (aventi passo 3,165m ≈ 3m) e le travi principali di impalcato (con interasse pari a 3,3m, pari a circa il doppio dello scartamento s). Gli abbassamenti calcolati risultano:

	Nodo A	Nodo B	Nodo C	Nodo D
Abbassamento [mm]	4,75	4,41	4,52	4,87

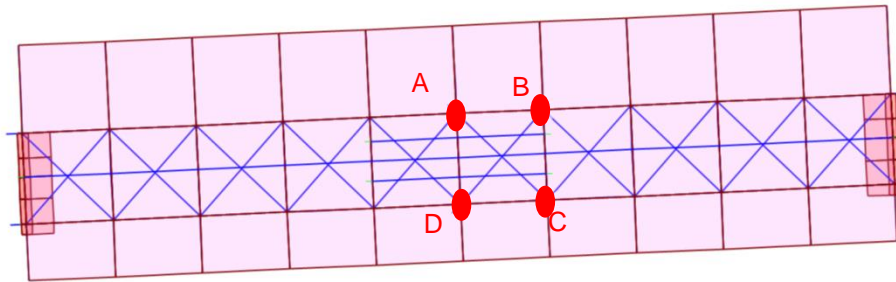


Fig. 106 – Modello FEM: nodi di riferimento nel calcolo dello sghembo

Pur considerando una maglia di dimensioni maggiori rispetto a quella prevista dal Manuale RFI, l’abbassamento differenziale tra i nodi risulta pari a $(4,87-4,41) = 0,46$ mm e pertanto lo sghembo risulta implicitamente inferiore al limite di 3mm. La verifica a deformazione torsionale dell’impalcato risulta soddisfatta.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 109 di 133

10.8 CONTROFRECCIA DI MONTAGGIO

Si prevede opportuna controfreccia di costruzione come definita da normativa, al fine di contrastare le deformazioni elastiche dovute ai seguenti carichi:

- peso proprio della struttura metallica e della soletta (f_p);
- peso delle opere di finitura (f_r);
- effetti del ritiro e della viscosità (f_r);
- carichi verticali da traffico (f_s)

La controfreccia risulta quindi:

$$c_f = f_p + f_r + f_r + 0,25 \times \Phi \times f_s = 25 + 11 + 5 + 0,25 \times 1,13 \times 11 = 44 \approx 45 \text{ mm}$$

10.9 VERIFICHE IN FASE DI SOSTITUZIONE DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO

Per la sostituzione degli apparecchi d'appoggio sono previsti 4 punti di sollevamento: si dispongono due martinetti in corrispondenza di ciascuna anima del cassone.

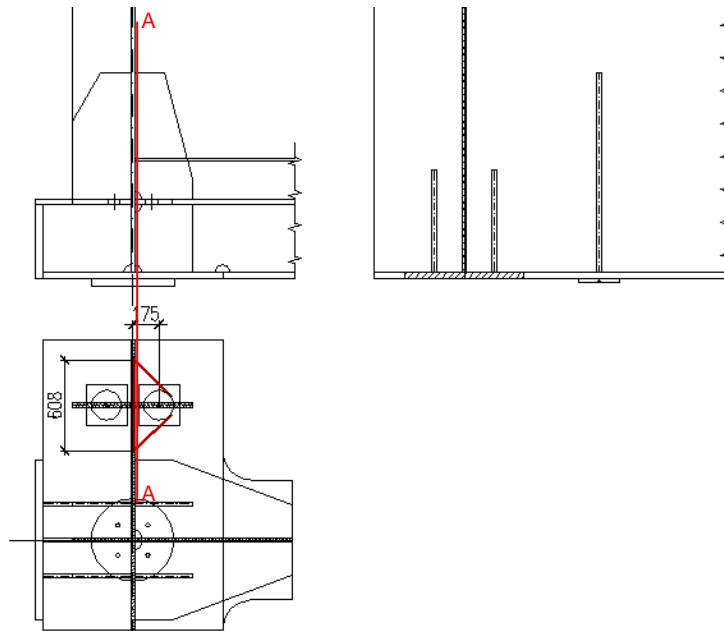


Fig. 107 – Sollevamento per sostituzione apparecchi d'appoggio

Per la sostituzione degli apparecchi d'appoggio, i martinetti devono essere posizionati sotto le anime delle travi principali, in corrispondenza degli appositi alloggi. L'azione esercitata dal martinetto viene trasferita all'anima della trave tramite la saldatura verticale del piatto di irrigidimento verticale. Come si evince dalle reazioni vincolari riportate al §10.10, la forza massima che deve esercitare il martinetto per il sollevamento è pari a 2730 kN

Le sollecitazioni agenti in corrispondenza della sezione A-A di Fig. 107 sono:

- Taglio $V = 2730 \times 1,5 / 2 = 2047 \text{ kN (SLU)}$
- Momento flettente $M = 2730 \times 1,5 / 2 \times 0,175 = 360 \text{ kNm (SLU)}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 110 di 133

La verifica della nervatura di irrigidimento risulta:

- sp. piatto = 30mm
- altezza piatto = 1335 mm
- larghezza piattabanda inferiore = 610 mm
- sp. piattabanda inferiore = 40 mm
- Inerzia $J = 1,38 \times 10^{10} \text{ mm}^4$
- Modulo $W_{sup} = 1,66 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- Modulo $W_{inf} = 2,52 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- Tensione massima $\sigma_{sup} = M / W = 22 \text{ MPa}$
- tensione tangenziale $\tau = 2047 \times 1000 / (1335 \times 30) = 51 \text{ MPa}$
- tensione ideale $\sigma_{id} = (22^2 + 3 \times 51^2)^{0.5} = 91 < 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,27 - \text{verificato}$

Si verifica la saldatura a cordone d'angolo di collegamento della nervatura verticale all'anima della trave:

- sp. piatto = 30mm
- lato di un cordone di saldatura = $0,7 \times 26 = 18 \text{ mm}$
- gola della saldatura = 13 mm
- altezza saldatura = 1335 mm
- Inerzia $J = 1,19 \times 10^{10} \text{ mm}^4$
- Modulo $W_{sup} = 1,24 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- Modulo $W_{inf} = 2,81 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- Tensione nella saldatura (estremo superiore) $n_{sup\perp} = M / W = 29 \text{ MPa}$
- tensione tangenziale $t_{||} = 2047 \times 1000 / (1335 \times 13 \times 2) = 60 \text{ MPa}$
- tensione totale = $(29^2 + 60^2)^{0.5} = 66 < 0,7 \times 355 = 249 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,27 - \text{verificato}$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 111 di 133

10.10 REAZIONI VINCOLARI

La tabella seguente riassume le reazioni vincolari per le principali condizioni di carico relative al ponte corrispondente al binario pari e al binario dispari.

REAZIONI VINCOLARI			G1a	G1c	G2-tot	Q13-RIT	Q1a_LM71 max	Q1a_LM71 min	Q1b_LM71 max	Q1b_LM71 min	Q2a_SW2 max	Q2a_SW2 min	Q2b_SW2 max	Q2b_SW2 min	Q3a_LM71	Q4a_SW2	Q3b_LM71	Q4b_SW2	Q9_U	Q10_grad	q14_v1	q15_v1	q16_v1	q14_v2	q15_v2	q16_v2	Q7-max	Q8-max	Q5-max	Q6-max	SismaX	SismaY	SismaZ
			kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
PILA1	RA1	F1	11	206	310	21	0	0	1	-126	0	-149	0	0	-542	-597	0	45	50	-282	292	282	0	0	0	0	48	0	75	30	1491	1582	390
	RA1	F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RA1	F3	269	979	1456	-9	0	0	993	0	1153	0	0	0	-80	-89	0	1	9	-549	522	549	0	0	0	0	102	0	138	59	717	2391	695
	RA2	F1	-11	-205	-308	-21	0	0	125	-1	148	0	0	0	-457	-504	0	-44	-49	264	-275	-264	0	0	0	0	46	0	71	29	1255	1211	521
	RA2	F2	-2	-31	-46	-3	0	0	19	0	22	0	0	0	-18	-20	0	-7	-7	401	-383	-401	0	0	0	0	85	0	81	36	245	2367	99
	RA2	F3	252	459	211	9	0	0	966	0	1116	0	0	0	-77	-85	0	-1	-9	549	-522	-549	0	0	0	0	102	0	138	59	457	2462	177
SPALLA A	RA3	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RA3	F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RA3	F3	268	951	1385	9	0	0	1032	0	1201	0	0	0	80	89	0	-1	-9	-431	433	431	0	0	0	0	119	0	114	52	611	2096	631
	RA4	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RA4	F2	1	22	32	2	0	0	0	-13	0	-16	0	0	-3	-3	0	5	5	329	-309	-329	0	0	0	0	99	0	66	34	262	2102	118
	RA4	F3	253	487	282	-9	0	0	927	0	1068	0	0	0	77	85	0	1	9	431	-433	-431	0	0	0	0	119	0	114	52	438	2144	198

Fig. 108 – Reazioni vincolari ponte – binario pari

REAZIONI VINCOLARI			G1a	G1c	G2-tot	Q13-RIT	Q1a_LM71 max	Q1a_LM71 min	Q1b_LM71 max	Q1b_LM71 min	Q2a_SW2 max	Q2a_SW2 min	Q2b_SW2 max	Q2b_SW2 min	Q3a_LM71	Q4a_SW2	Q3b_LM71	Q4b_SW2	Q9_U	Q10_grad	q14_v1	q15_v1	q16_v1	q14_v2	q15_v2	q16_v2	Q7-max	Q8-max	Q5-max	Q6-max	SismaX	SismaY	SismaZ
			kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
PILA1	RB1	F1	-11	-210	-367	-42	167	-1	0	0	0	201	0	-504	0	-458	-56	-46	282	-293	-283	0	0	0	0	0	48	0	0	1255	1211	521	
	RB1	F2	1	22	38	4	0	-17	0	0	0	0	-21	-7	0	-6	6	5	-388	370	388	0	0	0	0	0	84	0	0	245	2367	99	
	RB1	F3	252	455	97	-6	1035	0	0	0	0	1196	0	-84	0	-76	-9	-7	551	-523	-551	0	0	0	0	0	102	0	0	457	2462	177	
	RB2	F1	11	210	367	42	-1	-167	0	0	0	0	-201	-597	0	-542	56	46	-282	289	281	0	0	0	0	0	48	0	0	1491	1582	390	
	RB2	F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RB2	F3	270	986	1475	6	925	0	0	0	0	1073	0	-90	0	-82	9	7	-551	522	551	0	0	0	0	0	102	0	0	717	2391	695	
SPALLA A	RB3	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RB3	F2	-1	-22	-38	-4	17	0	0	0	21	0	7	0	6	-6	-5	-329	309	330	0	0	0	0	0	99	0	0	262	2102	118		
	RB3	F3	253	484	208	6	990	0	0	0	1140	0	84	0	76	9	7	430	-433	-430	0	0	0	0	0	0	119	0	0	438	2144	198	
	RB4	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RB4	F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RB4	F3	268	957	1364	-6	970	0	0	0	0	1128	0	90	0	82	-9	-7	-430	433	430	0	0	0	0	0	119	0	0	611	2096	631	

Fig. 109 – Reazioni vincolari ponte – binario dispari

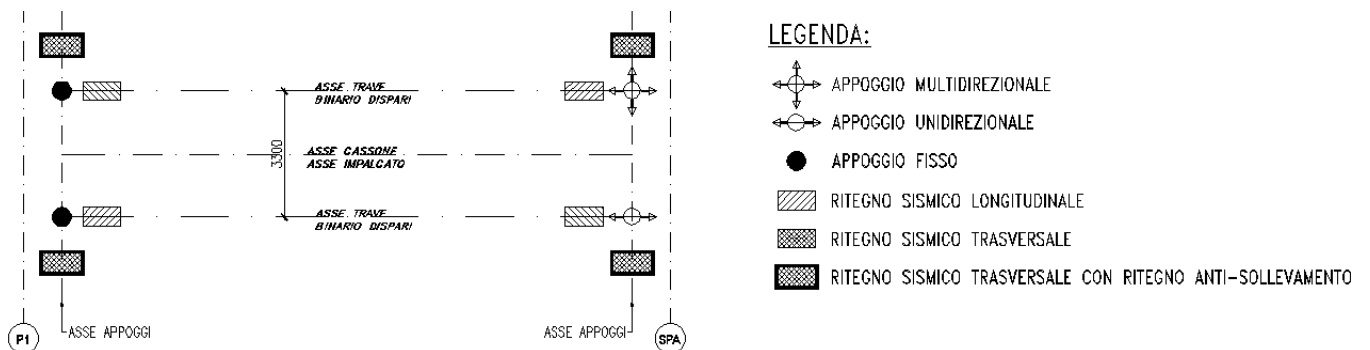


Fig. 110 – Schema dei dispositivi di appoggio

Le reazioni vincolari trasversali (FY) calcolate in condizioni statiche e sismiche, sono state divise tra i due dispositivi previsti da progetto, come già spiegato in precedenza (§10.1).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 112 di 133

Le tabelle seguenti riassumono le reazioni vincolari massime per ciascuna direzione (FX, FY, FZ) ottenute per le combinazioni SLU e SLV, ed i rispettivi valori concomitanti.

	TIPO APPOGGIO	COMBINAZIONI SLU				TIPO APPOGGIO	COMBINAZIONI SISMICHE		
		FX	FY	FZ			FX	FY	FZ
		[kN]					[kN]		
BIN.PARI PILA 1	F	1766	0	4715	BIN.PARI PILA 1	F	2745	0	5563
		442	0	2695			-1604	0	1045
		1355	0	6516			2703	0	5785
	F	558	552	3282		1345	943	2395	
		531	606	3352		1312	2435	3808	
		207	473	3895			1308	2426	3833
BIN.PARI SPALLA A	M	0	0	2613	BIN.PARI SPALLA A	M	0	0	1185
		0	0	2613			0	0	1185
		0	0	6408			0	0	5352
	U	0	46	1012		0	-881	-129	
		0	654	2337		0	2309	3435	
		0	555	3875			0	2300	3610
BIN.DISPARI PILA 1	F	490	-407	3347	BIN.DISPARI PILA 1	F	1287	1026	2303
		-1415	686	251			1097	2554	3428
		211	-422	3774			1254	2505	3723
	F	1766	0	4573		2794	0	5567	
		497	0	2716		-1538	0	1100	
		1373	0	6366			2752	0	5788
BIN.DISPARI SPALLA A	U	0	-52	931	BIN.DISPARI SPALLA A	U	0	-981	-208
		0	443	286			0	2184	3408
		0	-512	3814			0	2133	3540
	M	0	0	2603		0	0	1172	
		0	0	2603		0	0	1172	
		0	0	6186			0	0	5315

10.11 ESCURSIONE LONGITUDINALE, GIUNTI E VARCHI

Per la definizione delle escursioni e dei varchi si rimanda alla relazione di calcolo delle strutture in elevazione IF3A02EZZCLVI0105002 e IF3A02EZZCLVI0105003.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 114 di 133

10.12.1 Ritegno sismico trasversale

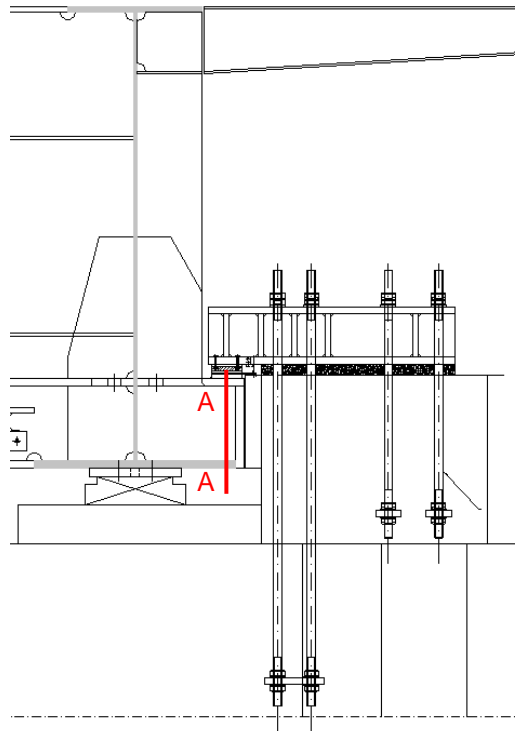


Fig. 111 – Ritegno sismico laterale

Il ritegno sismico laterale è realizzato tramite un elemento in carpenteria metallica saldato al cassone. Il ritegno è di tipo unidirezionale in quanto lavora solamente a compressione, in battuta sulla pila. La forza trasversale massima agente su ciascuna pila risulta pari a 2554 kN.

Si verifica la tensione di compressione presente nella sezione A-A di carpenteria metallica indicata in Fig. 111:

- N° 3 Piatti verticali: Altezza $H = 450$ mm; Spessore $t = 30$ mm
- Area totale = $3 \times 450 \times 30 = 40.500$ mm²
- Compressione $\sigma = 2554 \times 1000 / 40500 = 63$ MPa $< 355/1,05 = 338$ MPa $\rightarrow \Delta = 0,19$

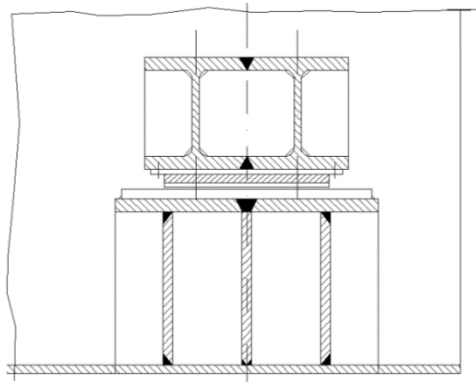


Fig. 112 – Sezione A-A

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. FOGLIO C 115 di 133

10.12.2 Ritegno sismico longitudinale

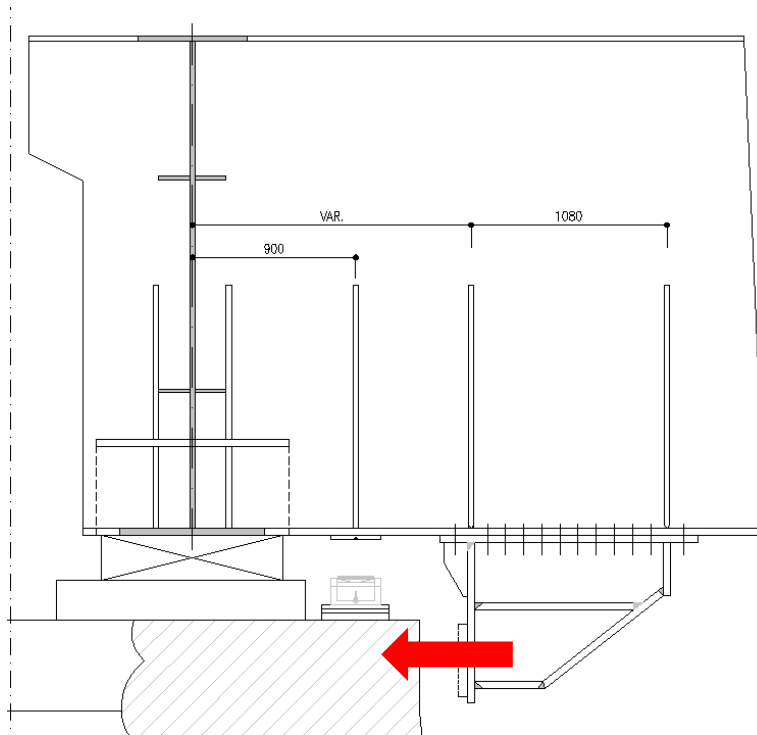


Fig. 113 – Ritegno sismico longitudinale

Il ritegno sismico longitudinale è costituito da dei composti saldati bullonati alla piattabanda inferiore delle travi principali.

La forza longitudinale massima ottenuta dalla combinazione sismica risulta pari a 2794 kN, come riportato al § 10.10.

Nel calcolo si assume, a favore di sicurezza, un'eccentricità del piatto di battuta di 700 mm rispetto alla sezione bullonata.

Si verifica la sezione di attacco del composto metallico alla flangia. La sezione resistente è costituita da una sezione a doppio T di altezza totale 1120 mm con piattabanda 450mm x 40 mm e anima di spessore 40mm.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 116 di 133
PROGETTO ESECUTIVO						

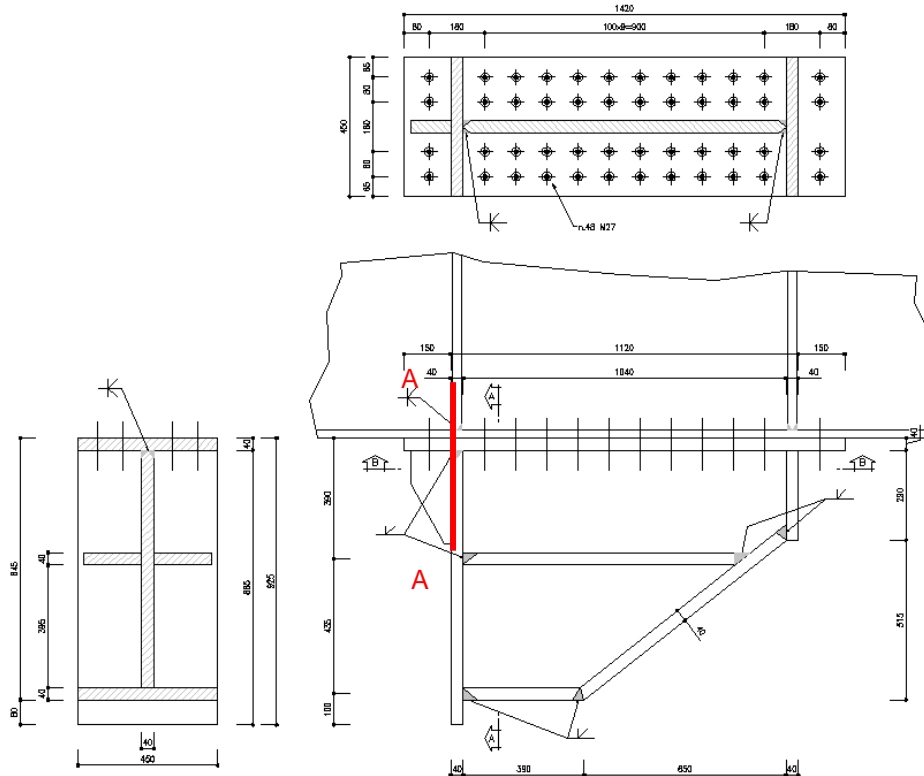


Fig. 114 – Ritegno sismico longitudinale - Dettagli

La sezione è soggetta a taglio e flessione, per cui la verifica risulta:

- $M = 2794 \times 0,7 = 1956 \text{ kNm}$
- $J = 1,43 \times 10^{10} \text{ mm}^4$
- $W = 2,54 \times 10^7 \text{ mm}^3$
- $\sigma = M/W = 77 \text{ MPa}$
- $\tau_{\max} = 73 \text{ MPa} < 355 / 3^{0.5} / 1,05 = 195 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,37 \text{ verificato}$
- $\tau_{a-p} = 47 \text{ MPa}$
- $\sigma_{id} = 107 \text{ MPa} < 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,32 \text{ verificato}$

Per la verifica della flangia si considera:

- N° bulloni = 48 M27 cl.10.9
- Precarico bulloni $F_{p,c} = 165 \text{ kN}$
- $M = 2794 \times 0,7 = 1956 \text{ kNm}$

Il collegamento è realizzato tramite bulloni M27 cl.10.9. Come previsto dalla normativa ferroviaria si considera una riduzione della resistenza del 15% nel calcolo del giunto.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 117 di 133

Titolo: 165x48 = 7920

N° figure elementari: 1 **Zoom** **N° strati barre:** 12 **Zoom**

N°	b [mm]	h [mm]
1	450	1420

N°	As [mm²]	d [mm]
1	2290	80
2	2290	260
3	2290	360
4	2290	460
5	2290	560
6	2290	660

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 **7920** kN
M_{xEd}: 0 **1956** kNm
M_{yEd}: 0 **0**

Materiali: B450C C25/30

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 1 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

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

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

σ_c -24.4 N/mm²
 σ_s -0.7602 N/mm²
 ϵ_s -0.003801 ‰
 d 1 340 mm
 x 1 383 x/d 1.032
 δ 1

Verifica **N° iterazioni:** 2 Precompresso

Fig. 115 – Verifica della flangia precaricata

La flangia risulta sempre compressa.

La forza tagliante su ciascun bullone è pari a $2794 / 32 = 87$ kN (a favore di sicurezza si trascurano i bulloni più lontani dal composto saldato), inferiore alla resistenza a taglio di un bullone M27 cl.10.9 ridotta del 15%:

$$F_{v,Rd} = (1-0,15) \times 0,6 \times f_{tb} \times A / \gamma_{M2} = 0,85 \times 0,6 \times 1000 \times 573 / 1,25 = 234 \text{ kN} > 87 \text{ kN} \rightarrow \Delta = 0,37$$

Combinando la trazione ed il taglio sui bulloni, la verifica risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} = \frac{87}{234} + \frac{165}{1,4 \times 281} = 0,37 + 0,42 = 0,79 \leq 1,0 \rightarrow \text{verificato}$$

Dove la resistenza a trazione ridotta risulta:

$$F_{t,Rd} = (1-0,15) \times 0,9 \times f_{tb} \times A_{res} / \gamma_{M2} = 0,85 \times 0,9 \times 1000 \times 459 / 1,25 = 281 \text{ kN}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 118 di 133

Si verifica lo spessore della flangia calcolando il massimo sforzo di trazione sui bulloni, dovuto al solo momento flettente, trascurando i bulloni più lontani dal composto saldato, a favore di sicurezza.

Verifica C.A. S.L.U. - File: RitegniLong_01_NoPrec

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

Titolo: _____

N° Vertici: 13 **Zoom** **N° barre:** 32 **Zoom**

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	225	0
3	225	310
4	120	310
5	120	1110
6	225	1110

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	570	80	80
2	570	80	260
3	570	80	360
4	570	80	460
5	570	80	560
6	570	80	660

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

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

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

Materiali: B450C C25/30

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 14.17 N/mm²
E_s/E_c 1 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

σ_c -44.5 N/mm²
σ_s 250.3 N/mm²
ε_s 1.251 ‰
d 1 346 mm
x 203.2 x/d 0.151
δ 0.7

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

Verifica: N° iterazioni: 5

Precompresso

Fig. 116 – Verifica dello spessore della flangia

Il massimo sforzo di trazione sui bulloni è pari a:

$$F_{t,Ed} = \sigma_{t,Ed} \times A = 250 \times 570 = 143 \text{ kN}$$

La distanza del bullone maggiormente sollecitato dalla piattabanda del doppio T è di 70 mm pertanto il momento flettente risulta di: $143 \times 4 \times 0,07 = 40 \text{ kNm}$.

La tensione nella sezione A-A in Fig. 114 risulta:

$$\sigma_{Ed} = M / W_{el} = 40 \times 10^6 / (1,2 \times 10^6) = 33 \text{ MPa} < 355/1,05 = 338 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,10 \text{ verificato}$$

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 119 di 133

10.13 ANTISOLLEVAMENTO

In condizioni sismiche si rende necessario il dispositivo di anti-sollevamento.

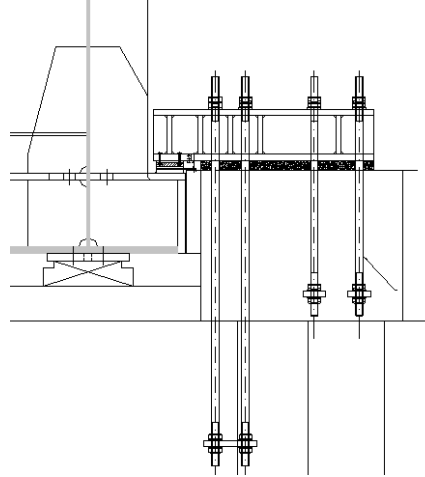


Fig. 117 – Sistema antisollevamento

Considerando il baricentro dei pesi propri, dei carichi permanenti e del 20% del carico del convoglio ferroviario, si determinano i seguenti momenti stabilizzanti e ribaltanti.

	Momento Ribaltante M_R [kNm]	Momento Stabilizzante M_s [kNm]
Azioni gravitazionali:		
Carpenteria metallica (ponte)	$1060 \times 0 = 0$	$1060 \times 1,375 = 1750$
Soletta in c.a.	$1077 \times 1,6 = 1724$	$1807 \times 2,69 = 4860$
Ballast (incluso rialzo)	0	$2067 \times 1,81 = 3741$
Altri Permanenti	$1211 \times 2,22 = 2688$	$265 \times 4,62 = 1224$
0,2 SW2	0	$25 \times 150 \times 0,2 \times 1,65 = 1238$
Totale	4412	12813
Azione sismica:		
Carpenteria metallica (ponte)	$0,864 \times 1060 \times 1,375 = 1259$	0
Soletta in c.a.	$0,864 \times 2884 \times 2,955 = 7366$	0
Ballast (incluso rialzo)	$0,864 \times 2067 \times 3,56 = 6358$	0
Altri Permanenti	$0,864 \times 1476 \times 3,96 = 5054$	0
0,2 x SW2	$0,864 \times (25 \times 150 \times 0,2) \times 3,96 = 2566$	0
Totale	22603	0
TOTALE COMPLESSIVO	27015	12813

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA										
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA IF3A</td> <td style="text-align: center;">LOTTO 02</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO VI0009 005</td> <td style="text-align: center;">REV. C</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO 120 di 133</td> </tr> </table>					COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 120 di 133
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 120 di 133						
PROGETTO ESECUTIVO											

Pertanto il momento ribaltante totale risulta pari a 27015 kNm, mentre il momento stabilizzante totale risulta 12.813 kNm. Considerando un coefficiente di sicurezza antiribaltamento di 1,25, è necessario garantire un momento stabilizzante di $27.015 \times 1,25 = 33.770$ kNm. Pertanto il dispositivo anti-sollevamento deve fornire un momento stabilizzante di $33.770 - 12.813 = 20.957$ kNm, che corrisponde ad una forza di sollevamento di $20.957/3,3 = 6350$ kN da ripartire sulle due pile. Si verifica pertanto il ritegno anti-sollevamento per resistere ad una forza di $6350/2 = 3175$ kN.

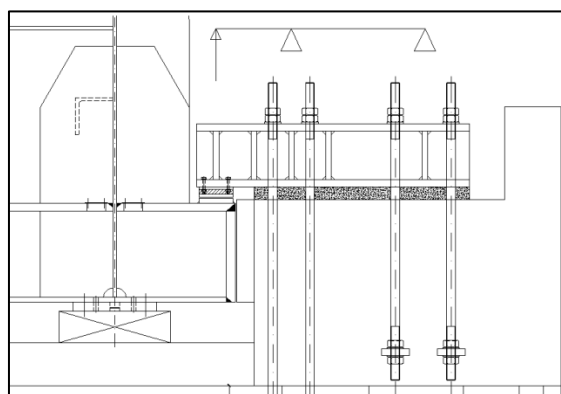


Fig. 118 – Sistema antisollevamento – schema statico

La forza di sollevamento è ripresa tramite un composto saldato posto nella parte più esterna della trave e rappresenta una sollecitazione tagliante per il composto saldato costituito da 2HEM300. Pertanto risulta:

$$V = 3175 \text{ kN}$$

$$A = 2 \times 30310 = 60620 \text{ mm}^2$$

La tensione risulta pertanto $\tau = V / A = 52 \text{ MPa} < 355 / 3^{0,5} / 1,05 = 195 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,27$ verifica soddisfatta

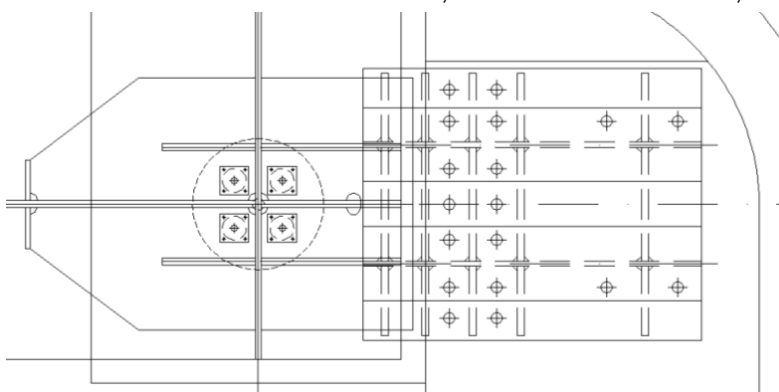


Fig. 119 – Sistema antisollevamento - pianta

La trazione sulle barre si determina tramite uno schema di trave in semplice appoggio caricata all'estremità dello sbalzo con una forza $V = 3175$ kN, pertanto la forza di trazione sulle barre risulta di 4940 kN. Tale forza divisa per 14 barre M48, determina una trazione di 353 kN per barra che corrisponde ad una tensione di $353 \times 1000 / 1377 = 256 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa}$ (verifica soddisfatta).

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. FOGLIO C 121 di 133

10.14 VERIFICA DEL CAMMINAMENTO FFP

Il camminamento FFP è realizzato mediante un telaio saldato (trave colonna) incernierato alla base avente passo 1.5 m. Il carico dei pesi propri della struttura in acciaio è calcolato in automatico dal programma considerando un peso specifico dell'acciaio pari a 78,5 kN/m³ incrementato del 20%.

Il carico del piano di calpestio, realizzato con un grigliato (piatto portante 4x3 maglia 15x76), è pari a 0.61 kN/m².

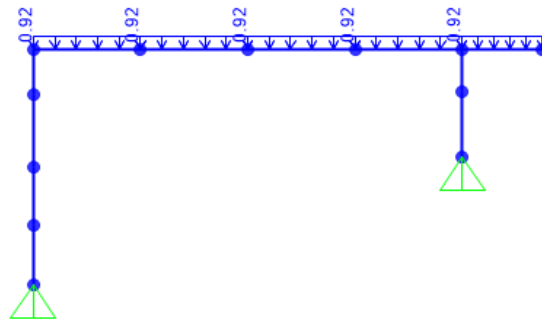


Fig. 120 – Peso del piano di calpestio

Il carico accidentale considerato è pari a 10 kN/m².

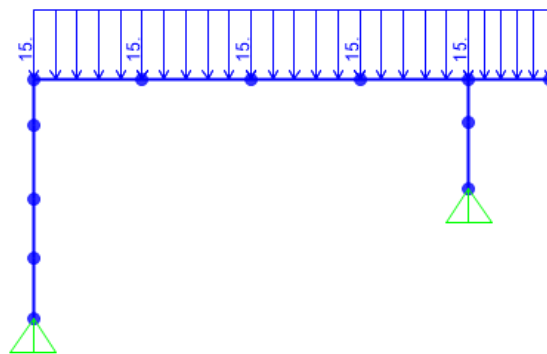


Fig. 121 – Carico accidentale

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per la combinazione SLU:

$$1.35 \times (\text{Peso Proprio} + \text{piano calpestio}) + 1.5 \times \text{Accidentale}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	PROGETTO ESECUTIVO COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL VI0009 005 C 122 di 133				

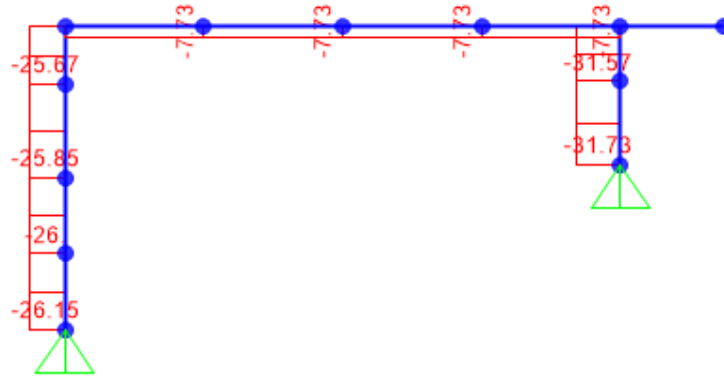


Fig. 122 – Diagramma dello Sforzo normale (kN)

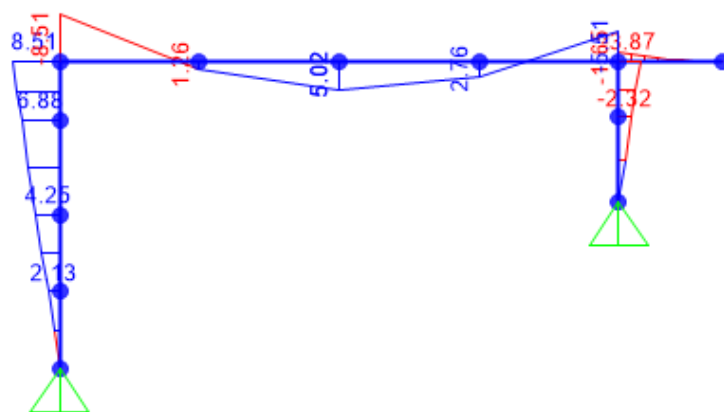


Fig. 123 – Diagramma del Momento flettente (kNm)

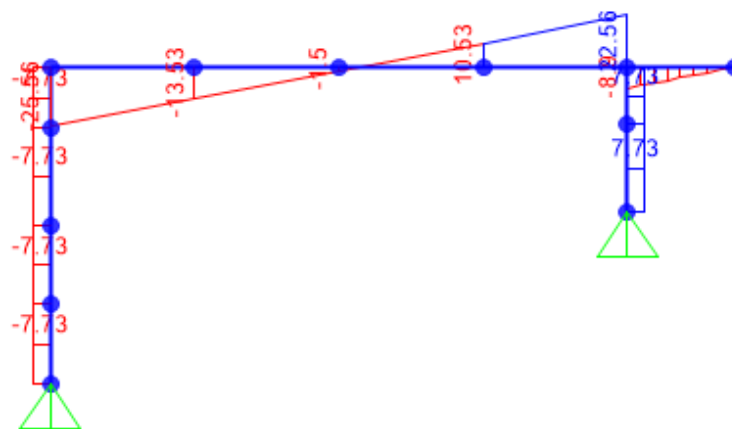


Fig. 124 – Diagramma del Taglio (kN)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 123 di 133

Si riportano le verifiche della trave HEB 100

MATERIALE:						[N/mm ²]		
f_y	=	355	f_u	=	510	ε	=	0.81
E	=	210000	ν	=	0.300	G	=	80769

COEFFICIENTI DI SICUREZZA:						[R.1.1]		
γ_{M0}	=	1.05	γ_{M1}	=	1.05	γ_{M2}	=	1.25

PROPRIETA' DELLA SEZIONE LORDA:				HE 100 B / S355	[mm]			
h	=	100	$A \times 10^2$	=	26.0	$W_{el,y,tf} \times 10^3$	=	89.9
b_{tf}	=	100	Z_G	=	50.0	$W_{el,y,bf} \times 10^3$	=	89.9
b_{bf}	=	100	Z_C	=	50.0	$W_{pl,y} \times 10^3$	=	104.2
t_w	=	6.0	$I_y \times 10^4$	=	449.5			
t_{tf}	=	10.0	$I_z \times 10^4$	=	167.3	$W_{el,z,tf} \times 10^3$	=	33.5
t_{bf}	=	10.0	$I_t \times 10^4$	=	9.25E+00	$W_{el,z,bf} \times 10^3$	=	33.5
r	=	12.0	$I_w \times 10^6$	=	3.38E+03	$W_{pl,z} \times 10^3$	=	51.4

SOLLECITAZIONI:						[R.6.3], [kN, m]		
N_{Ed}	=	7.7	$V_{z,Ed}$	=	25.6	$V_{y,Ed}$	=	0.0
$M_{y,h,Ed}$	=	-8.5	$\psi M_{y,h,Ed}$	=	-5.5	$M_{y,s,Ed}$	=	5.0
						c_{my}	=	0.57
$M_{z,h,Ed}$	=	0.0	$\psi M_{z,h,Ed}$	=	0.0	$M_{z,s,Ed}$	=	0.0
						c_{mz}	=	1.00

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE:		Class 1	[R.4.1], [mm]	
A) ANIMA		C_w	=	56.0
compressione:	Class 1	C_w / t_w	=	9.33
flessione:	Class 1	$Z_{y,n}$	=	48.19
flessione e compressione:	Class 1	α	=	0.53
		ψ	=	-0.98
B) PIATTABANDA SUPERIORE		C_{tf}	=	35.0
compressione:	Class 1	C_{tf} / t_{tf}	=	3.50
flessione e compressione:	Class 1	ψ	=	1.00
		k_σ	=	0.43
C) PIATTABANDA INFERIORE		C_{bf}	=	35.0
compressione:	Class 1	C_{bf} / t_{bf}	=	3.50
flessione e compressione:	Class 1	ψ	=	1.00
		k_σ	=	0.43

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 124 di 133

VERIFICHE DI RESISTENZA:

TRAZIONE: [R.5.2]

$$A_{net} = 1251.6 \quad [mm^2]$$

$$N_{pl,Rd} = -880.3 \quad [KN]$$

$$N_{u,Rd} = -459.6 \quad [KN]$$

$$N_{t,Rd} = -459.6 \quad [KN]$$

$$\Delta = 0.00$$

COMPRESSIONE [R.5.4]

$$N_{c,Rd} = 880.3 \quad [KN]$$

$$\Delta = 0.01$$

MOMENTO FLETTENTE M y-y [R.5.5]

$$M_{c,Rd,y} = 23.8 \quad [KNm]$$

$$\Delta = 0.36$$

MOMENTO FLETTENTE M z-z [R.5.5]

$$M_{c,Rd,z} = 11.4 \quad [KNm]$$

$$\Delta = 0.00$$

TAGLIO Vz (PARALELLO ALL'ANIMA) [R.5.6]

$$\eta = 1.0$$

$$A_{vz} = 903.6 \quad [mm^2]$$

$$V_{Pl,Rd,z} = 176.4 \quad [KN]$$

$$\Delta = 0.15$$

TAGLIO Vy (PARALELLO ALLE PIATTABANDE) [R.5.6]

$$A_{vy} = 2267.6 \quad [mm^2]$$

$$V_{Pl,Rd,y} = 442.6 \quad [KN]$$

$$\Delta = 0.00$$

FLESSIONE E TAGLIO [R.5.7]

$$M_{c,Rd,y} = 23.8 \quad [KNm]$$

$$\Delta = 0.36$$

$$M_{c,Rd,z} = 11.4 \quad [KNm]$$

$$\Delta = 0.00$$

PRESSO O TENSO-FLESSIONE BIASSIALE [R.5.8]

sezioni ad I di classe 1 e 2 doppiamente simmetriche

$$n = 0.01$$

$$a = 0.23$$

$$\alpha = 1.00$$

$$\beta = 1.00$$

$$M_{N,Rd,y} = 23.8 \quad [KNm]$$

$$M_{N,Rd,z} = 11.4 \quad [KNm]$$

$$\Delta = 0.36$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 125 di 133

Si riportano le verifiche della colonna HEB 140

MATERIALE:						[N/mm ²]		
f_y	=	355	f_u	=	510	ε	=	0.81
E	=	210000	ν	=	0.300	G	=	80769

COEFFICIENTI DI SICUREZZA:						[R.1.1]		
γ_{M0}	=	1.05	γ_{M1}	=	1.05	γ_{M2}	=	1.25

PROPRIETA' DELLA SEZIONE LORDA:				HE 140 B / S355		[mm]		
h	=	140	$A \times 10^2$	=	43.0	$W_{el, y, tf} \times 10^3$	=	215.6
b_{tf}	=	140	Z_G	=	70.0	$W_{el, y, bf} \times 10^3$	=	215.6
b_{bf}	=	140	Z_C	=	70.0	$W_{pl, y} \times 10^3$	=	245.4
t_w	=	7.0	$I_y \times 10^4$	=	1509.0			
t_{tf}	=	12.0	$I_z \times 10^4$	=	549.7	$W_{el, z, tf} \times 10^3$	=	78.5
t_{bf}	=	12.0	$I_t \times 10^4$	=	2.01E+01	$W_{el, z, bf} \times 10^3$	=	78.5
r	=	12.0	$I_w \times 10^6$	=	2.25E+04	$W_{pl, z} \times 10^3$	=	119.8

SOLLECITAZIONI:						[R.6.3] , [kN, m]		
N_{Ed}	=	25.7	$V_{z, Ed}$	=	7.7	$V_{y, Ed}$	=	0.0
$M_{y, h, Ed}$	=	8.5	$\psi M_{y, h, Ed}$	=	0.0	$M_{y, s, Ed}$	=	4.3
						c_{my}	=	0.60
$M_{z, h, Ed}$	=	0.0	$\psi M_{z, h, Ed}$	=	0.0	$M_{z, s, Ed}$	=	0.0
						c_{mz}	=	1.00

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE:			Class 1		[R.4.1], [mm]
A) ANIMA			C_w	=	92.0
compressione:	Class 1		C_w / t_w	=	13.14
flessione:	Class 1		$Z_{y, n}$	=	64.83
flessione e compressione:	Class 1		α	=	0.56
			ψ	=	-0.97
B) PIATTABANDA SUPERIORE			C_{tf}	=	54.5
compressione:	Class 1		C_{tf} / t_{tf}	=	4.54
flessione e compressione:	Class 1		ψ	=	1.00
			k_{σ}	=	0.43
C) PIATTABANDA INFERIORE			C_{bf}	=	54.5
compressione:	Class 1		C_{bf} / t_{bf}	=	4.54
flessione e compressione:	Class 1		ψ	=	1.00
			k_{σ}	=	0.43

APPALTATORE: Conorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 126 di 133


VERIFICHE DI RESISTENZA:

TRAZIONE:			[R.5.2]
	A_{net}	= 2683.6	[mm ²]
	$N_{pl,Rd}$	= -1452.3	[KN]
	$N_{u,Rd}$	= -985.4	[KN]
	$N_{t,Rd}$	= -985.4	[KN]
	Δ	= 0.00	
COMPRESSIONE			[R.5.4]
	$N_{c,Rd}$	= 1452.3	[KN]
	Δ	= 0.02	
MOMENTO FLETTENTE M y-y			[R.5.5]
	$M_{c,Rd,y}$	= 65.1	[KNm]
	Δ	= 0.13	
MOMENTO FLETTENTE M z-z			[R.5.5]
	$M_{c,Rd,z}$	= 31.2	[KNm]
	Δ	= 0.00	
TAGLIO Vz (PARALELLO ALL'ANIMA)			[R.5.6]
	η	= 1.0	
	A_{vz}	= 1307.6	[mm ²]
	$V_{Pl,Rd,z}$	= 255.2	[KN]
	Δ	= 0.03	
TAGLIO Vy (PARALELLO ALLE PIATTABANDE)			[R.5.6]
	A_{vy}	= 3651.6	[mm ²]
	$V_{Pl,Rd,y}$	= 712.8	[KN]
	Δ	= 0.00	
FLESSIONE E TAGLIO			[R.5.7]
	$M_{c,Rd,y}$	= 65.1	[KNm]
	Δ	= 0.13	
	$M_{c,Rd,z}$	= 31.2	[KNm]
	Δ	= 0.00	
PRESSO O TENSO-FLESSIONE BIASSIALE			[R.5.8]
sezioni ad I di classe 1 e 2 doppiamente simmetriche	n	= 0.02	
	a	= 0.22	
	α	= 1.00	
	β	= 1.00	
	$M_{N,Rd,y}$	= 65.1	[KNm]
	$M_{N,Rd,z}$	= 31.2	[KNm]
	Δ	= 0.13	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. FOGLIO C 127 di 133

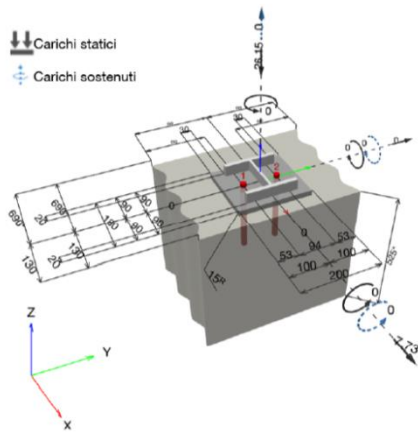
Verifica su soletta

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante: Periodo di ritorno (durata in anni): Codice articolo: Profondità di posa effettiva: Materiale: Certificazione No.: Emesso l Valido: Prova: Fissaggio distanziato: Piastra d'ancoraggio ^R : Profilo: Materiale base: Installazione: Armatura:	HIT-HY 200-A + HAS-U 5.8 M16 50 2223869 HAS-U 5.8 M16x260 (inserire) / 434674 HIT-HY 200-A (composto indurente) $h_{ef,act} = 180,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{mm}$) 5.8 ETA 11/0493 10/12/2021 - metodo di calcolo EN 1992-4, chimica $e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 15,0 \text{ mm}$ $l_x \times l_y \times t = 180,0 \text{ mm} \times 200,0 \text{ mm} \times 15,0 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato) IPB/HEB, IPB 140 / HE 140 B; (L x W x T x FT) = 140,0 mm x 140,0 mm x 7,0 mm x 12,0 mm fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 525,0 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$ Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \emptyset) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale	
--	---	--

^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 128 di 133

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	SLU	N = -26,150; V _x = 7,730; V _y = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,000; M _z = 0,000; N _{sus} = 0,000; M _{x,sus} = 0,000; M _{y,sus} = 0,000;	no	no	39

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

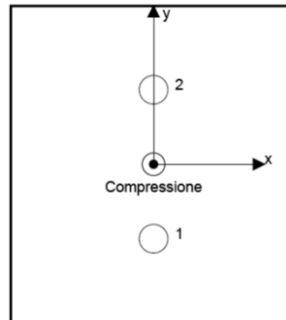
Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	3,865	3,865	0,000
2	0,000	3,865	3,865	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,02 [%]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 0,73 [N/mm²]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(0,0/0,0): 26,150 [kN]

Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.



3 Carico di trazione ((EN 1992-4, sezione 7.2.1))

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β _N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	N/A	N/A	N/A	N/A
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

4 Carico di taglio ((EN 1992-4, sezione 7.2.2))

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β _V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	3,865	37,680	11	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	7,730	85,772	10	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	7,730	20,326	39	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

V _{Rk,s} ⁰ [kN]	k ₇	V _{Rk,s} [kN]	γ _{M,s}	V _{Rd,s} [kN]	V _{Ed} [kN]
47,100	1,000	47,100	1,250	37,680	3,865

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 129 di 133

4.2 Rottura per pryout (adesione)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min\{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 \cdot \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{\bar{n} - (\sqrt{\bar{n}} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef}} \cdot f_{ck} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,uz,20}$ [N/mm ²]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cd}$ [N/mm ²]
222.711	245.560	18,00	247,8	495,5	130,0	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm ²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm ²]	k_8	$\psi_{g,Np}^0$	
1,023	8,69	7,700	10,28	2,000	1,092	
$\psi_{g,Np}$	$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	
1,052	0,0	1,000	0,0	1,000	0,857	
$\psi_{re,Np}$	ψ_{sus}^0	α_{sus}^0	ψ_{sus}			
1,000	0,740	0,000	1,000			
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
78,642	64,329	1,500	85,772	7,730		

ID gruppo ancoranti
1, 2

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d_{nom}^2 \cdot f_t^2 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l}{c_1}\right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c,V}}{3 \cdot c_1}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 130 di 133

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
180,0	16,00	1,700	0,118	0,066	25,00
c_i [mm]	$A_{c,v}$ [mm ²]	$A_{c,v}^0$ [mm ²]			
130,0	94,380	76,050			
$\Psi_{s,v}$	$\Psi_{h,v}$	$\Psi_{a,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\Psi_{ec,v}$	$\Psi_{re,v}$
1,000	1,000	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	
24,567	1,0	1,500	20,326	7,730	

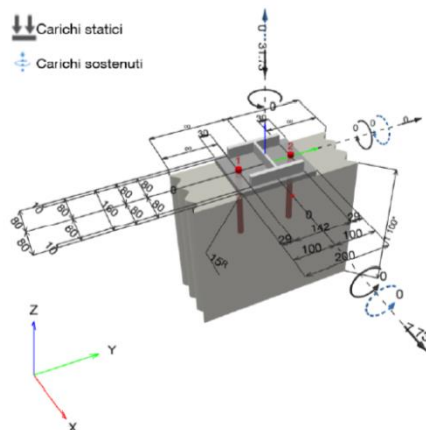
Verifica su muretto parballast

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-HY 200-A + HAS-U 5.8 M16	
Periodo di ritorno (durata in anni):	50	
Codice articolo:	2223869 HAS-U 5.8 M16x260 (Inserire) / 434674 HIT-HY 200-A (composto indurente)	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 180,0$ mm ($h_{ef,limit} = -$ mm)	
Materiale:	5.8	
Certificazione No.:	ETA 11/0493	
Emesso l Valido:	10/12/2021 -	
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica	
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0$ mm (Senza distanziamento); $t = 15,0$ mm	
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 160,0$ mm x $200,0$ mm x $15,0$ mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	IPB/H EB, IPB 140 / HE 140 B; (L x W x T x FT) = $140,0$ mm x $140,0$ mm x $7,0$ mm x $12,0$ mm	
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00$ N/mm ² ; $h = 1.100,0$ mm, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$	
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature ≥ 150 mm (qualunque \emptyset) o ≥ 100 mm ($\emptyset \leq 10$ mm) senza armatura di bordo longitudinale	

^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C FOGLIO 131 di 133

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	SLU	N = -31,730; V _x = 7,730; V _y = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,000; M _z = 0,000; N _{sus} = 0,000; M _{x,sus} = 0,000; M _{y,sus} = 0,000;	no	no	55

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

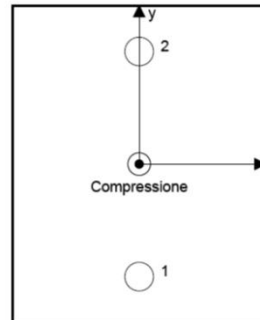
Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	3,865	3,865	0,000
2	0,000	3,865	3,865	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,03 [%]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 0,99 [N/mm²]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]
risultante delle forze di compressione nel (x/y)=(0,0/0,0): 31,730 [kN]

Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.



3 Carico di trazione ((EN 1992-4, sezione 7.2.1))

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β _N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	N/A	N/A	N/A	N/A
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

4 Carico di taglio ((EN 1992-4, sezione 7.2.2))

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β _V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	3,865	37,680	11	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	7,730	36,193	22	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	7,730	14,252	55	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_{\tau} \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

V _{Rk,s} ⁰ [kN]	k _τ	V _{Rk,s} [kN]	γ _{M,s}	V _{Rd,s} [kN]	V _{Ed} [kN]
47,100	1,000	47,100	1,250	37,680	3,865

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 132 di 133

4.2 Rottura per pryout (adesione)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_3 \cdot \min \{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 \cdot \left(\frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} \cdot (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef}} \cdot f_{ck} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,leg,20}$ [N/mm ²]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cr}$ [N/mm ²]
102.006	245.560	18,00	247,8	495,5	80,0	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm ²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm ²]	k_8	$\psi_{g,Np}^0$	
1,023	8,69	7,700	10,28	2,000	1,092	
$\psi_{g,Np}$	$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	
1,043	0,0	1,000	0,0	1,000	0,797	
$\psi_{re,Np}$	ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}			
1,000	0,740	0,000	1,000			
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
78,642	27,145	1,500	36,193	7,730		

ID gruppo ancoranti
1, 2

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d_{nom}^2 \cdot \frac{f_t}{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1} \right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c,V}}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cr}$ [N/mm ²]
180,0	16,00	1,700	0,150	0,072	25,00
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]			
80,0	45.840	28.800			
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,000	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	
13,432	1,0	1,500	14,252	7,730	

APPALTATORE: <u>Consortio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 005	REV. C	FOGLIO 133 di 133

11 SOLETTA

Le verifiche della soletta in calcestruzzo e dei pioli connettori saranno riportati nella relazione di calcolo del Progetto Esecutivo di Dettaglio.