

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. OPERE CIVILI

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA SCAFA – MANOPPELLO  
LOTTO 2**

VI21 – Viadotto su fiume Pescara 1 e Autostrada – da pk 1+364.00 a pk 2+784.00  
**Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m**

SCALA:

-

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

I A 9 7    0 0    R    0 9    C L    V I 2 1 0 0    0 0 1    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	P. Luciani <i>[Signature]</i>	Agosto 2021	A. Ferri <i>[Signature]</i>	Agosto 2021	T. Paoletti <i>[Signature]</i>	Agosto 2021	A. Vittozzi Agosto 2021

ITALFERR S.p.A.  
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti  
Dot. Ing. Angelo Vittozzi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
N° A20783

File: IA9700R09CLVI2100001A.doc.doc

n. Elab.: 14-19

## INDICE

1	PREMESSA .....	6
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	7
3	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	9
4	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO .....	11
4.1	VITA NOMINALE .....	11
4.2	CLASSE D'USO .....	13
4.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA .....	14
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	15
5.1	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA.....	15
5.2	CALCESTRUZZO PER SOLETTA.....	16
5.3	CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN FONDAZIONE ED ELEVAZIONE.....	17
5.4	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA .....	19
5.5	COPRIFERRO .....	21
6	SCHEMA DI VINCOLO .....	24
7	ANALISI DEI CARICHI .....	25
7.1	FASE 1 - CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G1).....	25
7.2	FASE 2 - PESI PROPRI NON STRUTTURALI.....	25
7.2.1	<i>Fase 3 - Carichi accidentali da traffico ferroviario .....</i>	<i>26</i>
7.2.2	<i>Treno LM71.....</i>	<i>26</i>
7.2.3	<i>Treno SW/2.....</i>	<i>27</i>
7.2.4	<i>Disposizione sull'impalcato .....</i>	<i>27</i>
7.2.5	<i>Diffusione dei carichi concentrati dal P.F. al piano medio della soletta.....</i>	<i>27</i>
7.2.6	<i>Numero di treni presenti sull'impalcato contemporaneamente .....</i>	<i>28</i>
7.3	FASE3 - EFFETTI DINAMICI .....	28
7.4	FASE3 - FRENATURA E AVVIAMENTO DEI TRENI.....	30

7.5	FASE3 - SERPEGGIO.....	30
7.6	FASE3 – FORZA CENTRIFUGA.....	31
7.7	FASE3 - CARICHI SUI MARCIAPIEDI.....	32
7.8	FASE3 - VARIAZIONI TERMICHE.....	32
7.9	FASE3 - TERMICA UNIFORME (E3).....	32
7.10	FASE3 - VENTO.....	33
7.11	CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO.....	36
7.12	AZIONE DEL VENTO SULLA PILA Q <sub>6</sub> .....	36
7.13	AZIONI SISMICHE Q <sub>7</sub> .....	37
	7.13.1 Spettri di risposta elastici.....	45
	7.13.2 Spettri di risposta di progetto.....	47
	7.13.3 Combinazione delle componenti dell'azione sismica e valutazione delle masse.....	51
8	COMBINAZIONI DI CARICO.....	52
8.1	COMBINAZIONI DI CARICO.....	52
8.2	COMBINAZIONI SLU.....	56
8.3	COMBINAZIONE SLV.....	65
8.4	CARICO DI FATICA.....	66
8.5	COMBINAZIONI SLE.....	67
9	ANALISI STRUTTURALE.....	71
9.1	MODELLO DI CALCOLO.....	71
	9.1.1 Numerazione nodi.....	75
9.1	CARATTERISTICHE STATICHE ARCO.....	78
9.1	CARATTERISTICHE STATICHE TRAVE CATENA.....	82
9.2	CARATTERISTICHE STATICHE PENDINI.....	85
9.1	CARATTERISTICHE STATICHE TRAVERSI.....	85
9.2	CARATTERISTICHE STATICHE LONGHERINE.....	85

9.3	CARATTERISTICHE STATICHE CONTROVENTI ARCO .....	85
9.4	CARATTERISTICHE STATICHE TRAVERSI ARCO .....	86
11	VERIFICHE ARCO .....	88
11.1	GRAFICI DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE.....	88
11.2	VERIFICHE DI RESISTENZA ARCO – COMBINAZIONE SLU.....	93
	11.2.1 <i>Distribuzione delle sezioni strutturali</i> .....	94
	11.2.2 <i>File VI21_120m_Arco.tem e VI21_120m_ArcoT.max</i> .....	104
11.3	VERIFICHE DI RESISTENZA ARCO – COMBINAZIONE ECCEZIONALE .....	116
11.4	VERIFICA IMBOZZAMENTO ARCO – COMBINAZIONE SLU .....	124
11.5	VERIFICA IMBOZZAMENTO ARCO – COMBINAZIONE ECCEZIONALE.....	129
11.6	VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DELL'ARCO.....	130
	11.6.1 <i>Formula di verifica a pressoflessione</i> .....	130
	11.6.2 <i>Stabilità dell'arco</i> .....	135
	11.6.3 <i>Valutazione delle sollecitazioni di verifica</i> .....	139
	11.6.4 <i>Stabilità del primo portale</i> .....	141
	11.6.5 <i>Stabilità nel primo campo di controvento</i> .....	146
	11.6.6 <i>Stabilità nel secondo campo di controvento</i> .....	150
	11.6.7 <i>Stabilità nel terzo campo di controvento</i> .....	154
	11.6.8 <i>Stabilità nel quarto campo di controvento</i> .....	158
12	VERIFICHE TRAVE-CATENA.....	162
12.1	GRAFICI DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE.....	162
12.2	VERIFICHE DI RESISTENZA TRAVE CATENA – COMBINAZIONE SLU.....	167
	12.2.1 <i>Distribuzione delle sezioni strutturali</i> .....	168
	12.2.2 <i>VI21_120m_Catena_Trvesterne.tem e VI21_120m_Catena_TrvesterneDoppioT.max</i> .....	178
12.3	VERIFICHE DI RESISTENZA TRAVE CATENA – COMBINAZIONE ECCEZIONALE .....	185
12.4	VERIFICA IMBOZZAMENTO TRAVE CATENA – COMBINAZIONE SLU .....	192

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	5 di 219

12.5	VERIFICA IMBOZZAMENTO TRAVE CATENA – COMBINAZIONE ECCEZIONALE .....	197
13	VERIFICA TRAVERSI INTERMEDI .....	198
13.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE .....	198
13.2	AZIONI AGENTI.....	199
13.3	SOLLECITAZIONI .....	201
13.4	CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE .....	202
13.5	VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU) .....	203
14	CARICHI SUGLI APPOGGI.....	204
14.1	INVILUPPI REAZIONI APPOGGI .....	205
14.2	REAZIONI APPOGGI PILA – LATO FISSO.....	218
14.3	REAZIONI APPOGGI PILA – LATO MOBILE .....	219

## **1 PREMESSA**

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali di predimensionamento della struttura dell'impalcato ad arco da 120m, nell'ambito del progetto di prefattibilità tecnico-economica della velocizzazione della linea Roma-Pescara, raddoppio della linea, Lotto 2.

Le strutture sono state progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, "Norme Tecniche per le Costruzioni"- DM 14.1.2018 e relativa Circolare "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

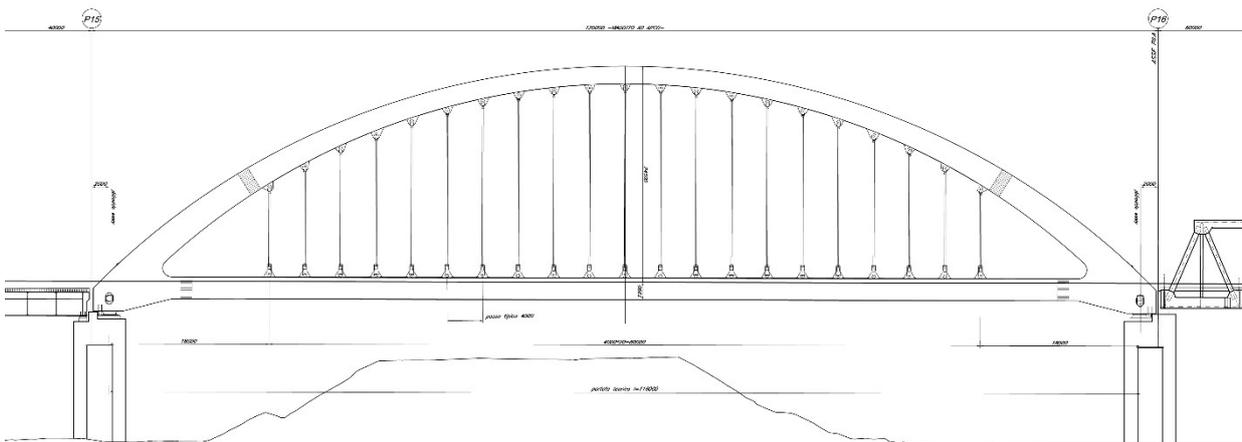
## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La presente relazione di calcolo è relativa al progetto del ponte ferroviario ad arco di luce 120 metri.

La tipologia strutturale adottata è quella di trave Langer (o arco a spinta eliminata) a via inferiore e pareti controventate superiormente.

Il ponte è costituito da una campata in semplice appoggio di luce fra gli assi appoggi di 116 m, mentre l'interasse fra le pareti è di 15,4 m in corrispondenza dei traversi dell'impalcato, l'interasse si riduce in altezza fino ad un minimo di 7,48m in sommità dell'arco.

PROSPETTIVO LONGITUDINALE Scala 1:150



Su ciascuna parete l'arco è collegato alla trave principale attraverso 21 pendini a passo 4 m.

La travata viene dimensionata con i sovraccarichi relativi a due binari caricati con modelli di carico teorici LM71 e SW/2, inoltre vengono considerate anche le azioni del vento e del sisma definite seguendo quanto stabilito dalle NTC2018.

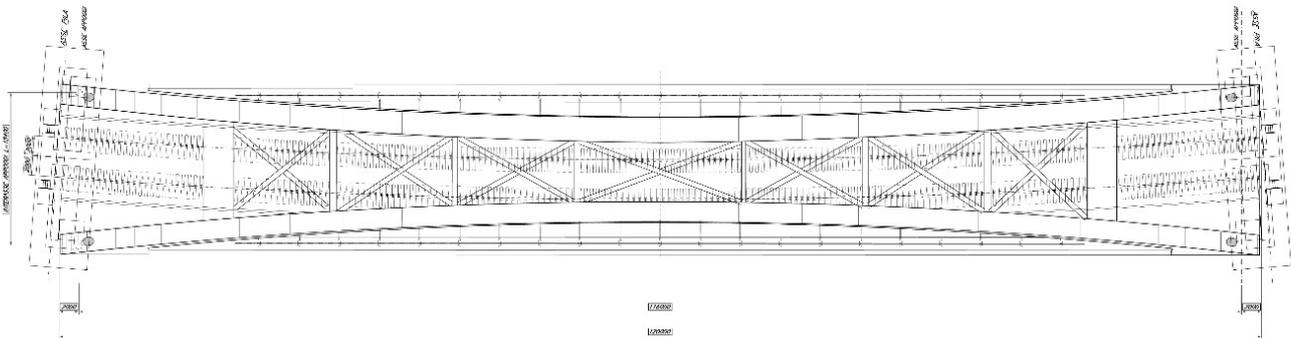
L'arco è costituito da una sezione a cassone alle estremità che diventa una sezione a doppio T nella parte centrale; l'altezza dell'arco è variabile da un massimo di 3.43 m a un minimo di 2.00 m. Il cassone presenta una larghezza di 1.3 m e spessore delle pareti di 40 mm. La sezione a doppio T presenta le piattabande di larghezza 1.3m, spessori 60mm per la piattabanda superiore e 70 mm per la inferiore, l'anima presenta uno spessore costante di 40 mm. L'altezza in chiave dell'arco è di 26 metri circa

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	8 di 219

La controventatura dell'arco è realizzata con schema a croce di S. Andrea ad aste tese e compresse realizzate con profili a sezione tubolare circolare  $\varnothing 457 \times 12.5$  mm. I traversi dell'arco presentano una sezione del tipo HEB1000, tranne che per il primo e l'ultimo traverso (parte superiore del primo portale dell'arco) i quali presentano una sezione a cassone di altezza 2.9 m, una larghezza di 1.3 m e spessore delle pareti di 20mm.

VISTA SUPERIORE Scala 1:150

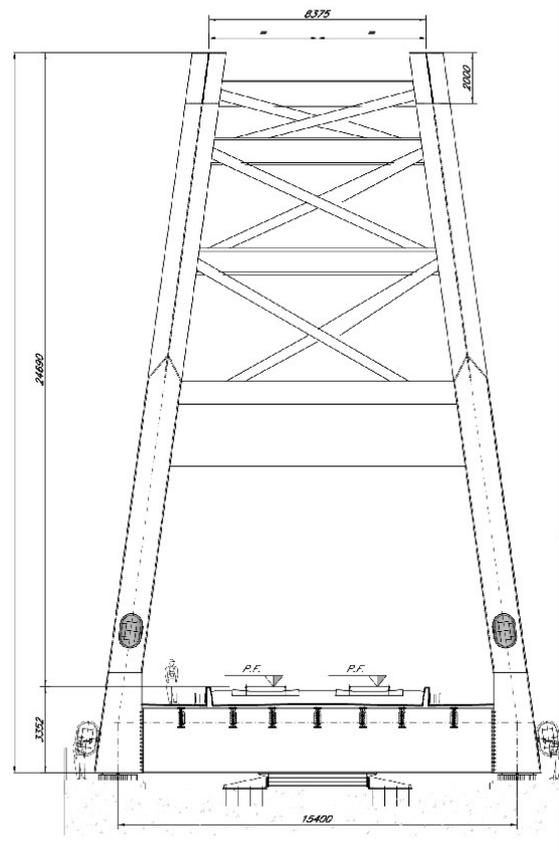


Le travi a catena sono composte da una sezione a cassone in estremità, di altezza massima di 3.9 m, larghezza variabile in altezza da 1.84 a 1.31 m.

Dopo una rastremazione in altezza della sezione sopraccitata, la trave è realizzata con una sezione a doppio T di altezza costante pari a 2.5m, con piattabanda superiore  $\neq 1300 \times 50$  mm, piattabanda inferiore  $\neq 1300 \times 70$  mm ed anima  $\neq 40$  mm, ad eccezione del primo concio a doppio T dove la piattabanda superiore presenta uno spessore di 60mm.

Il piano di sostegno all'armamento ferroviario è realizzato con un impalcato a traversi in acciaio HE1000x438 e longherine IPE750x137, una lamiera da 30 mm ed una soletta portaballast in calcestruzzo di spessore pari a 10 cm.

SEZIONE TRASVERSALE Scala 1:100



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA SCAFA – MANOPPELLO LOTTO 2 PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA</b></p>					
<p>Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m</p>	<p>COMMESSA IA97</p>	<p>LOTTO 00 R 09</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO VI2100 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 9 di 219</p>

### 3 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

L'analisi delle opere e le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in accordo con le vigenti disposizioni legislative e in particolare con le seguenti norme e circolari:

- **RFI DTC SI PS MA IFS 001 E – Dicembre 2020:** *Manuale di progettazione delle Opere Civili - Emissione per applicazione*
- **RFI DTC SI PS SP IFS 001 E – Dicembre 2020:** *Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio - Emissione per applicazione;*
- **D.M. del 17 gennaio 2018:** *Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;*
- **C.M. 21/01/2019 n.7:** *Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018;*
- **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;*

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

- **UNI EN 1990: 2006:** *Eurocodice 0: Criteri generali di progettazione strutturale;*
- **UNI EN 1991-1-1:2004:** *Eurocodice 1 –Azioni in generale– Parte 1-1: Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi variabili;*
- **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 1997-1: 2005:** Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- **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;
- **UNI EN 1998-5:2005:** Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- **STI 2014 – REGOLAMENTO UE N.1299/2014** della commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- **UNI EN 206-1-2016** - Calcestruzzo. “Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- **UNI 11104/2016** - Calcestruzzo Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1.

## 4 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

### 4.1 Vita nominale

La vita nominale di una costruzione, così come definita al punto 2.4.1, è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve essere usata per lo scopo al quale è destinata. Essa è la durata alla quale deve farsi espresso riferimento in sede progettuale, in relazione alla durabilità delle costruzioni, nel dimensionare le strutture ed i particolari costruttivi, nella scelta dei materiali e delle eventuali applicazioni e misure protettive per garantire il mantenimento della resistenza e della funzionalità. Facendo riferimento al punto 2.5.1.1.1 la vita nominale  $V_N$  delle infrastrutture ferroviarie in esame è definita in Tab. 1 (riquadro rosso):

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale $V_N$ [Anni] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ( $V < 250$ km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ ( $V < 250$ km/h)	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ ( $V \geq 250$ km/h)	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	$\geq 100$ <sup>(2)</sup>
(1) - La medesima $V_N$ si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Tab. 1 – Vita Nominale delle infrastrutture ferroviarie

In particolare, visto che la linea ferroviaria Roma – Pescara non rientra nell'elenco delle linee e tratte ferroviarie facenti parte del sistema "Sistema di grande viabilità ferroviaria" ai sensi dell'OPCM N°3274 del 2003 (cfr. Allegato 5 della parte II – Sezione 2 del MdP RFI) e presenta delle velocità di progetto inferiori ai 250 km/h, l'opera in oggetto avrà una vita nominale  $V_N$  pari a 75 anni.

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	12 di 219

Nel caso specifico, questa campata supera l'autostrada. E' pertanto necessario che le prestazioni dell'opera si adeguino al livello richiesto dall'infrastruttura.

Facendo riferimento al punto 2.4.1 del DM2018, la vita nominale dell'opera è quella per "Costruzioni con livelli di prestazioni elevate", pari dunque a 100 anni.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

#### 4.2 Classe d'uso

La norma **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** attribuisce alle costruzioni, in funzione della loro destinazione d'uso e, quindi delle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in conseguenza di un evento sismico, diverse classi d'uso; a ciascuna classe corrisponde un coefficiente d'uso  $c_U$ .

Facendo riferimento al punto 2.5.1.1.2 di, la classe d'uso delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato in Tab. 2:

TIPO DI COSTRUZIONE	Classe d'uso <sup>(1)</sup>	Coefficiente d'uso [CU] <sup>(1)</sup>
FABBRICATI APPARTAMENTI ALL'ELENCO A AI SENSI DEL DPCM 3685/2003	IV	2,0
GRANDI STAZIONI	IV	2,0
FABBRICATI APPARTAMENTI ALL'ELENCO B AI SENSI DEL DPCM 3685/2003	III	1,5
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA <sup>(2)</sup>	III	1,5
ALTRE OPERE D'ARTE, FABBRICATI NON RIENTRATI NELLE CLASSI D'USO III E IV	II	1,0

(1) Qualora una costruzione sia interferente con un'altra infrastruttura di cui all'elenco A del DPCM 3685 del 2003 o all'elenco B del DPCM 3685 del 2003 dovrà essere presa in conto la più alta tra la classe d'uso assegnata alla costruzione attraverso la presente tabella e quella dell'infrastruttura con cui si realizza l'interferenza.

(2) Ricadono in classe d'uso IV le opere d'arte nuove ricadenti nelle tratte di nodo di collegamento delle grandi stazioni con il sistema di grande viabilità ferroviaria.

Tab. 2 – Tabella della Classe d'uso e del coefficienti d'uso per le infrastrutture ferroviarie

La linea ferroviaria Roma –Pescara non rientra nell'elenco delle linee e tratte ferroviarie facenti parte del sistema "Sistema di grande viabilità ferroviaria" ai sensi dell'OPCM N°3274 del 2003 (cfr. Allegato 5 di **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) né nelle tratte di nodo di collegamento delle grandi stazioni con sistema di grande viabilità ferroviaria. Inoltre, l'opera oggetto della presente relazione non appartiene all'elenco A e B ai sensi del DPMC N°3685 del 2003. Sulla

base di quanto detto la classe d'uso a cui far riferimento sarà la classe II, a cui corrisponde un coefficiente d'uso  $c_U$  pari a 1.

Nel caso specifico, questa campata supera l'autostrada. E' pertanto necessario che le prestazioni dell'opera si adeguino al livello richiesto dall'infrastruttura.

Facendo riferimento al punto 2.4.2 del DM2018, la classe d'uso attribuita a quest'opera è la IV, per la quale è necessari considerare un coefficiente d'uso  $c_U$  pari a 2.

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

### 4.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

In riferimento a quanto detto nei paragrafi precedenti, il periodo di riferimento  $V_R$  da prendere a riferimento per valutare le azioni sismiche sulla struttura è pari a  $V_R = V_N \cdot C_U = 100 \cdot 2,0 = 200$  anni.

## 5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 5.1 Acciaio per carpenteria metallica

Elementi in acciaio

- Elementi saldati in acciaio con spessori	$t \leq 20 \text{ mm}$	S355J2
- Elementi saldati in acciaio con spessori	$20 < t \leq 40 \text{ mm}$	S355J2
- Elementi saldati in acciaio con spessori	$t > 40 \text{ mm}$	S355K2
- Elementi non saldati angolari e piastre sciolte		S355J0
- Imbottiture con spessore	$t < 3 \text{ mm}$	S355J0W

La tensione di snervamento nelle prove meccaniche nonché il CEV nell'analisi chimica dovrà essere nei limiti dell'UNI EN 10025 - 3.

Pendini dell'arco

Acciaio in barre  $\Phi 160 \text{ mm}$  in acciaio S460 NL

ACCIAIO S355

La resistenza di calcolo  $f_d$  è definita mediante l'espressione:

$$f_d = f_{yk} / \gamma_M$$

essendo:

S355:	$f_{yk} = 35.5 \text{ kN/cm}^2$	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_d = 35.5 / 1.05 = 33.81$
$\text{kN/cm}^2$			
$f_{yk} = 33.5 \text{ kN/cm}^2$	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$		$f_d = 33.5 / 1.05 = 31.91 \text{ kN/cm}^2$

## 5.2 Calcestruzzo per soletta

Descrizione	Struttura in elevazione
Classe di resistenza	C30/37
Classe di esposizione	XC3
Condizioni ambientali	ordinarie
Rapporto acqua/cemento	0,55
Diametro massimo inerti	20 mm
Contenuto min. cemento	320 kg/mc
Classe minima di consistenza	S4

Parametri	UM	Soletta
$R_{ck}$	(N/mm <sup>2</sup> )	37
$f_{ck}$	(N/mm <sup>2</sup> )	30
$f_{cm}$	(N/mm <sup>2</sup> )	36
$\alpha_{cc}$	(-)	0,85
$\gamma_c$	(-)	1,50
$f_{cd}$	(N/mm <sup>2</sup> )	17,40
$f_{ctm}$	(N/mm <sup>2</sup> )	2,90
$f_{ctk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	2,03
$f_{ctd}$	(N/mm <sup>2</sup> )	1,35
$E_c$	(N/mm <sup>2</sup> )	32837

### 5.3 Calcestruzzo per strutture in fondazione ed elevazione

Si riportano di seguito due tabelle riepilogative del tipo e delle caratteristiche del calcestruzzo adottato per i diversi elementi strutturali: (Tab. 3 e Tab. 4):

Descrizione	Magrone	Struttura in elevazione	Strutture in fondazioni
Classe di resistenza	C12/15	C30/37	C25/30
Classe di esposizione	X0	XC3	XC2
Condizioni ambientali	-	ordinarie	ordinarie
Rapporto acqua/cemento	-	0,55	0,60
Diametro massimo inerti	-	25 mm	32 mm
Tipo di cemento	I, II, III, IV, V	III, IV, V	III, IV, V
Contenuto min. cemento	-	280 kg/mc	280 kg/mc
Classe minima di consistenza	-	S4	S4

Tab. 3 – Tabella caratteristiche dei calcestruzzo delle strutture

Parametri	UM	Magrone	Struttura in elevazione	Strutture in fondazioni
$R_{ck}$	(N/mm <sup>2</sup> )	15	37	30
$f_{ck}$	(N/mm <sup>2</sup> )	12	30	25
$f_{cm}$	(N/mm <sup>2</sup> )	-	36	33
$\alpha_{cc}$	(-)	-	0,85	0,85
$\gamma_c$	(-)	-	1,50	1,50
$f_{cd}$	(N/mm <sup>2</sup> )	-	17,40	14,17
$f_{ctm}$	(N/mm <sup>2</sup> )	-	2,90	2,56
$f_{ctk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	-	2,03	1,79

Parametri	UM	Magrone	Struttura in elevazione	Strutture in fondazioni
$f_{ctd}$	(N/mm <sup>2</sup> )	-	1,35	1.19
$E_c$	(N/mm <sup>2</sup> )	-	32837	31476
$0.55 \cdot f_{ck}$ (rara)	(N/mm <sup>2</sup> )	-	16,89	12,28
$0.40 \cdot f_{ck}$ (QP)	(N/mm <sup>2</sup> )	-	13,70	9,96

Tab. 4 – Tabella caratteristiche parametri operativi dei calcestruzzi delle strutture

dove:

$R_{ck}$  = Resistenza cubica caratteristica a compressione

$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$  = Resistenza cilindrica caratteristica

$f_{cm} = f_{ck} + 8$  (N/mm<sup>2</sup>) = Resistenza cilindrica media a compressione

$\alpha_{cc}$  = Coefficiente per effetti a lungo termine e sfavorevoli:  $\alpha_{cc}$  (t > 28gg) = 0.85

$\gamma_c = 1.5$ ; viene ridotto a 1.4 per produzioni continuative di elementi o strutture soggette a controllo continuativo del calcestruzzo dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valore medio della resistenza) non superiore al 10%.  $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c}$  = Resistenza di

calcolo a compressione

$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3}$  [per classi  $\leq C50/60$ ] = Resistenza cilindrica media a trazione

$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$  = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c}$  = Resistenza di calcolo a trazione

$f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$  = Resistenza media a trazione per flessione

$f_{cfk} = 0.7 \cdot f_{cfm}$  = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$E_{cm} = 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3}$  = Modulo Elastico

- Coefficiente di Poisson:

Secondo quanto prescritto al punto 11.2.10.4 della NTC2018, per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0.2 (calcestruzzo non fessurato).

- **Coefficiente di dilatazione termica:**

In sede di progettazione, o in mancanza di una determinazione sperimentale diretta, per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può assumersi un valore medio pari a  $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  (NTC2018 – 11.2.10.5).

- **Tensione di compressione limite nel calcestruzzo:**

I valori limite per le tensioni di compressione nel calcestruzzo sono stati definiti in accordo con il punto 2.5.1.8.3.2.1. Non si tiene in considerazione della riduzione del 30% dei valori poiché gli spessori delle opere d'arte in oggetto hanno spessori maggiori di 5 cm.

#### 5.4 Acciaio d'armatura in barre tonde ad aderenza migliorata

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC2018 (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

- **Resistenza a trazione – compressione:**

$$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza caratteristica di rottura}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza caratteristica a snervamento}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza di calcolo}$$

dove:

$$\gamma_s = 1.15 = \text{Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.}$$

Rapporto:  $1.15 < (f_t/f_y)_k < 1.35$  (frattile 10%)

Rapporto:  $(f_y/f_{y,nom})_k < 1.25$  (frattile 10%)

Allungamento:  $(A_{gt})_k > 7.5\%$  (frattile 10%)

- Modulo Elastico:  
 $E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$
- Tensione limite di trazione nell'acciaio in combinazione rara (§2.5.1.8.3.2.1 di **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**):  
 $0,75 \cdot f_{yk} = 337.50 \text{ N/mm}^2$
- Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo:

Parametri	UM	Struttura in elevazione	Strutture in fondazioni
$f_{bk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	4,36	4,36
$f_{bd}$	(N/mm <sup>2</sup> )	2,90	2,90

Tab. 5 – Tabella caratteristiche meccaniche acciaio ordinario per strutture in calcestruzzo armato

dove:

$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} =$  Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza

$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c} =$  Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo

$\eta = 1.0$  – per barre di diametro  $\Phi \leq 32 \text{ mm}$ ;

$\gamma_c = 1.5$  – Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.

## 5.5 Copriferro

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC (), al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare 21.2.2019 (Tab. 6), riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC (Tab. 7).

C <sub>min</sub>	C <sub>o</sub>	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C <sub>≥C<sub>o</sub></sub>	C <sub>min≤C&lt;C<sub>o</sub></sub>	C <sub>≥C<sub>o</sub></sub>	C <sub>min≤C&lt;C<sub>o</sub></sub>	C <sub>≥C<sub>o</sub></sub>	C <sub>min≤C&lt;C<sub>o</sub></sub>	C <sub>≥C<sub>o</sub></sub>	C <sub>min≤C&lt;C<sub>o</sub></sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tab. 6 – Tabella C4.1.IV della Circolare applicativa delle NTC del 21.02.2019

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tab. 7 – Tabella 4.1.III delle NTC 2018

I valori della Tab. 6 si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC ()). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I delle NTC ()) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a C<sub>min</sub> i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm. A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

Al punto 2.5.2.2.3.2 del MdP RFI () vengono forniti i valori minimi del copriferro da adottare per i diversi elementi strutturali riportati in Tab. 5. Nei casi in cui le condizioni ambientali per l'opera in progetto siano aggressive e molto aggressive ai sensi della Tab.4.1.III del DM 17.01.2018 (Tab. 7), il copriferro minimo indicato Tab. 8 va aumentato rispettivamente di 10 mm e di 20 mm (ad eccezione dei pali).

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

Tabella 2.5.2.2.3.2.-1

Con:

$\Phi_{TR}$  = diametro esterno filo, treccia o trefolo;

$\Phi_G$  = diametro esterno guaina;

$\Phi_{IN}$  = diametro armatura inferiore delle lastre.

Tab. 8 – Tabella copriferri minimi del Manuale di Progettazione RFI

Il valore del copriferro di progetto da adottare per le opere d'arte in progetto sarà dato dal maggiore tra il valore desunto dalle prescrizioni delle NTC **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** ) e da quanto previsto dal MdP e Capitolato opere civili RFI (e).

Si riportano i valori minimi del copriferro di progetto per le opere d'arte in oggetto della presente relazione secondo il punto 4.1.6.1.3 di NTC (e secondo il punto 2.5.2.2.3.2 del MdP ()) sulla base dei quali viene scelto il valore più conservativo ai fini della durabilità del calcestruzzo.

Opera d'arte	Ambiente	Copriferro minimo secondo Tab. C4.1.IV (mm)	Maggioraz. Copriferro per classe di resistenza $C < C_{min}$ (mm)	Tolleranza di posa (mm)	Riduzione per produzioni in controllo qualità (mm)	Maggioraz. Copriferro per $V_N > 50$ anni (mm)	Copriferro minimo di progetto (mm)
Struttura in elevazione	Ordinario	25	0	10	0	0	35
Fondazioni	Ordinario	25	0	10	0	0	35
Soletta	Ordinario	25	0	10	0	0	35

Tab. 9 – Tabella copriferri minimi secondo le NTC 2018

Opera d'arte	Ambiente	Copriferro minimo (mm)	Maggiorazione in funzione classe ambientale (mm)	Copriferro minimo di progetto (mm)
Struttura in elevazione	Ordinario	25	0	35
Fondazioni	Ordinario	25	0	35
Soletta	Ordinario	35	0	35

Tab. 10 – Tabella copriferri minimi secondo MdP RFI

In definitiva si prescrive che in fondazione e in elevazione il copriferro netto di progetto non deve essere inferiore a **40mm**.

Per i pali di fondazione il copriferro netto di progetto non deve essere inferiore a **60mm**.

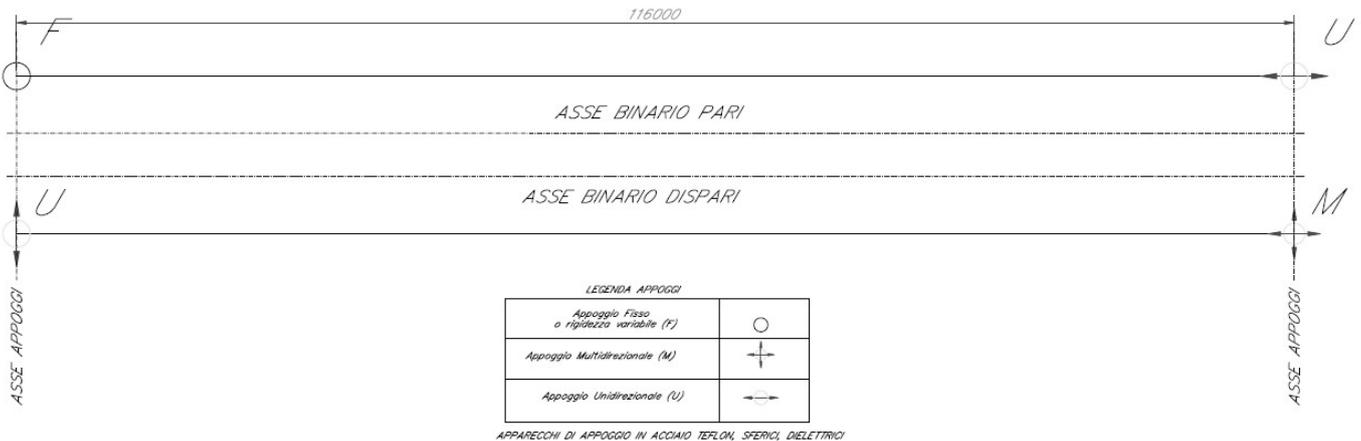
Per le solette il copriferro netto di progetto non deve essere inferiore a **35mm**.

## 6 SCHEMA DI VINCOLO

Lo schema dei vincoli per il ponte in esame è quello indicato nella seguente immagine e si compone di quattro appoggi, che si differenziano per il grado di vincolo imposto rispetto gli spostamenti, di seguito si riporta una breve descrizione dello schema di vincolo adottato per il ponte in esame:

in corrispondenza della pila P15 si ha un appoggio fisso “cedevole” lato binario pari e un appoggio unidirezionale (scorrevole in senso trasversale) lato binario dispari;

in corrispondenza della pila P16 si ha un appoggio unidirezionale longitudinale (scorrevole in senso longitudinale) lato binario pari e appoggio multidirezionale lato binario dispari.



## 7 ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi gravanti sulla pila è stata effettuata considerando le azioni provenienti dagli impalcati e le azioni direttamente applicate alla pila.

I carichi trasmessi dagli impalcati sono relativi alle condizioni di carico elementari, opportunamente combinate secondo le vigenti normative, analizzate nel dettaglio nelle rispettive relazioni di calcolo degli impalcati tipo che afferiscono alla pila in esame.

Si riportano di seguito la sintesi delle azioni provenienti dagli impalcati e l'analisi dei carichi elementari che interessano direttamente la pila.

### 7.1 Fase 1 - Carichi permanenti strutturali (G1)

Per la determinazione dei carichi permanenti strutturali si è tenuto conto dei seguenti parametri:

peso specifico dell'acciaio

**78,5 kN/mc**

peso specifico del calcestruzzo armato

**25,0 kN/mc**

### 7.2 Fase 2 - Pesi propri non strutturali

Ballast+armamento s=80 cm, l=9.7 → 14000 Kg/m riferito alla lunghezza del ponte

Massetto s=7 cm → 2220 Kg/m riferito alla lunghezza del ponte

Cordoli porta ballast → 3600 Kg/m riferito alla lunghezza del ponte

Barriere anti-rumore → 3200 Kg/m riferito alla lunghezza del ponte

Canaline impianti → 100Kg/m riferite alla lunghezza di ponte

### 7.2.1 Fase 3 - Carichi accidentali da traffico ferroviario

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

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

treno di carico LM71 rappresentativo del traffico normale;

treno di carico SW/2 rappresentativo del traffico pesante;

Il modello di carico SW/0 è stato trascurato in quanto non trattando di un ponte a trave continua.

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli sono stati moltiplicati per un coefficiente di adattamento “ $\alpha$ ” che per i due modelli di carico utilizzati risulta:

1.1 per i treni di carico LM71

1.0 per il treno di carico SW/2

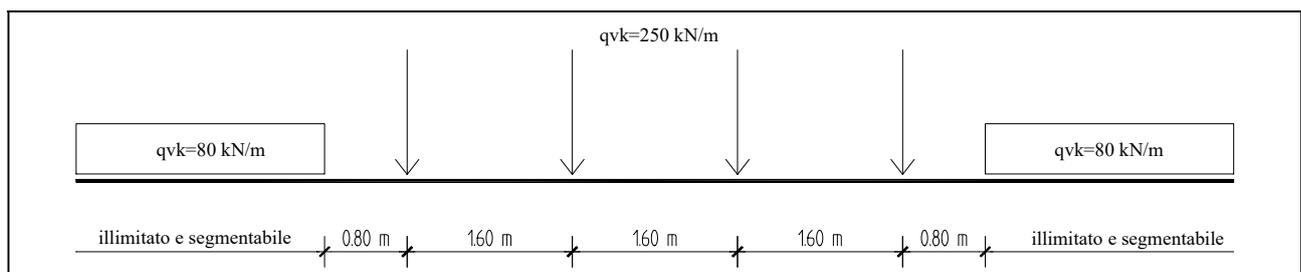
### 7.2.2 Treno LM71

Modello di carico

$q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$

$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$

$\alpha = 1.1$  (coefficiente di adattamento)

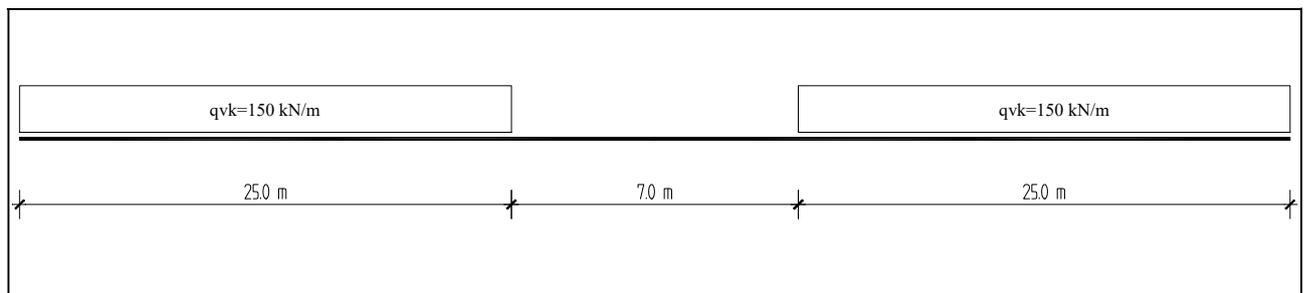


### 7.2.3 Treno SW/2

Distribuzione longitudinale dei carichi

$$q_{vk} = 150 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1.0 \text{ (coefficiente di adattamento)}$$



### 7.2.4 Disposizione sull'impalcato

La posizione sull'impalcato dei carichi dovuti ai treni è stata scelta di volta in volta in modo da massimizzare gli effetti flessionali e taglianti nelle travi principali, il massimo abbassamento in mezzeria, la massima rotazione agli appoggi.

### 7.2.5 Diffusione dei carichi concentrati dal P.F. al piano medio della soletta

La diffusione dei carichi è stata prevista in accordo con quanto specificato al punto 2.5.1.4.1.4 del *Manuale di progettazione RFI*

### 7.2.6 Numero di treni presenti sull'impalcato contemporaneamente

Oltre a considerare le condizioni di carico che prevedono il passaggio di un solo treno, si sono considerate le seguenti condizioni in cui si prevede il passaggio contemporaneo di 2 treni.

Condizione	Treno su binario 1	Treno su binario 2
Normale 1÷4	Treno LM71 (con eccentricità pos./negativa)	Treno LM71 (con eccentricità pos./negativa)
Pesante 1÷2	Treno SW/2	Treno LM71 (con eccentricità pos./negativa)
Pesante 3÷4	Treno LM71 (con eccentricità pos./negativa)	Treno SW/2

Questa impostazione segue quanto definito dal NTC2018 al paragrafo 5.2.3.1.2.

### 7.3 Fase3 - Effetti dinamici

Secondo quanto riportato al paragrafo 2.5.1.4.2 del *Manuale di progettazione delle opere civili* di RFI, che riprende il par. 5.2.2.3.3 del DM 14.1.2018, il coefficiente dinamico adottato è stato riferito al caso di linee con normale standard manutentivo:

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

Lo stesso è riportato di seguito per ogni elemento strutturale considerato:

Arco e trave catena:

$$L_{\text{netta}} = 116 \text{ m}, L_\phi = 116\text{m} / 2 = 58\text{m}, \varphi_3 = [2,16 / (58^{1/2} - 0,20)] + 0,73 = 1,02$$

Per la stima della lunghezza caratteristica si è seguito quanto indicato nella tabella 2.5.1.4.2.5.3-1 per il caso 5.5: travi ad asse curvilineo, archi a spinta eliminata, archi senza riempimento  $L_\phi =$  metà della luce libera.

Per le travi trasversali intermedi fra le due pareti (luce 14,4 m):

$$L = 14.4 \text{ m}, L_{\phi} = 14.4\text{m} \times 2 = 28.8\text{m}, \varphi_3 = [2,16/(28.8^{1/2} - 0,20)] + 0,73 = 1,148$$

Per la stima della lunghezza caratteristica si è seguito quanto indicato nella tabella 2.5.1.4.2.5.3-1 per il caso 1.3: travi trasversali intermedi.

Per le longherine, come elemento semplicemente appoggiato ( $L = 2 \text{ m}$ )

$$L = 2 \text{ m}, L_{\phi} = 2\text{m} + 3\text{m} = 5\text{m}, \varphi_3 = [2,16/(5^{1/2} - 0,20)] + 0,73 = 1,79$$

Per la stima della lunghezza caratteristica si è seguito quanto indicato nella tabella 2.5.1.4.2.5.3-1 per il caso 3.1: sostegni per rotaie (longherine).

Per i pendini si adotta il seguente (lunghezza minima 9.82 m):

$$L = 9.82 \text{ m}, L_{\phi} = 9.82\text{m} \times 4 = 39.28\text{m}, \varphi_3 = [2,16/(39.28^{1/2} - 0,20)] + 0,73 = 1,086$$

Per la stima della lunghezza caratteristica si è seguito quanto indicato nella tabella 2.5.1.4.2.5.3-1 per il caso 5.7: strutture di sospensione.

#### 7.4 Fase3 - Frenatura e avviamento dei treni

L'azione di frenatura ed avviamento dei treni è definita secondo quanto riportato nel par. 2.5.1.4.3.3 del *Manuale di progettazione RFI*.

Si riportano le azioni di avviamento e frenatura massime caratteristiche, applicate a livello del piano del ferro, per entrambi i modelli di carico considerati:

Treno SW/2:

$$Q_{avv\_SW2\_k} = 33 \text{ kN/m} \cdot 50 \text{ m} = 1650 \text{ kN} \leq 1000 \text{ kN} \rightarrow 1000 \text{ kN}$$

$$Q_{fren\_SW2\_k} = 35 \text{ kN/m} \cdot 50 \text{ m} = 1750 \text{ kN}$$

Treno LM71 in avviamento:

$$Q_{avv\_LM71\_k} = 33 \text{ kN/m} \cdot 120 \text{ m} = 3960 \text{ kN} \leq 1000 \text{ kN} \rightarrow 1000 \text{ kN}$$

$$Q_{fren\_LM71\_k} = 20 \text{ kN/m} \cdot 120 \text{ m} = 2400 \text{ kN} \leq 6000 \text{ kN} \rightarrow 2400 \text{ kN}$$

I valori caratteristici devono essere successivamente moltiplicati per il coefficiente di adattamento  $\alpha$  proprio del modello di carico.

#### 7.5 Fase3 - Serpeggio

L'azione laterale associata al serpeggio è definita al par. 2.5.1.4.3.2 del *Manuale di progettazione RFI*, che riprende il par. 5.2.2.4.2 del DM 14.1.2018, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario, del valore di 100 kN.

Tale valore deve essere moltiplicato per il coefficiente di adattamento  $\alpha$  ed è considerato distribuito su una lunghezza di 2 m in direzione longitudinale.

L'azione viene riportata dal P.F. al piano medio dell'impalcato metallico applicando l'opportuno momento di trasporto.

## 7.6 Fase3 – Forza centrifuga

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

L'azione viene riportata al baricentro della sezione mista in fase 3 applicando all'impalcato l'opportuno momento di trasporto. Quest'ultimo viene valutato considerando un braccio pari alla distanza tra il punto di applicazione del carico e il baricentro della sezione mista nella suddetta fase di analisi.

Modello di carico LM71

La velocità della linea nel tratto di interesse è pari a 130 km/h. Pertanto è necessario considerare la condizione più sfavorevole tra il caso a) ed il caso b) del manuale di progettazione RFI.

*Per il modello di carico LM71 e per velocità di progetto superiori ai 120 km/h, saranno considerati due casi:*

- Modello di carico LM71 e forza centrifuga per  $V= 120$  km/h in accordo con le formule precedenti dove  $f = 1$ ;*
- Modello di carico LM71 e forza centrifuga calcolata secondo le precedenti espressioni per la massima velocità di progetto.*

$$f = \left[ 1 - \frac{V - 120}{100} \left( \frac{814}{V} + 1,75 \right) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{2,88}{L_f}} \right) \right]$$

Caso a):  $f=0.93$ ;  $\alpha=1$   $V=130\text{km/h}$

Caso b):  $f=1$ ;  $\alpha=1.1$   $V=120\text{km/h}$

Il caso più sfavorevole risulta essere il caso b):

$R \sim 800$  m

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) \Rightarrow \alpha Q_{tk} = 38.97 \text{ kN (singolo asse)}$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk}) \Rightarrow \alpha q_{tk} = 12.47 \text{ kN}$$

### Modello di carico SW2

In accordo con il Manuale di progettazione RFI per il modello di carico SW2 si deve assumere una velocità massima di 100 km/h,  $f=1.0$  ed  $\alpha=1.0$ .

$$R \sim 800 \text{ m}$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk})$$

$$\Rightarrow q_{tk} = 14.76 \text{ kN}$$

### 7.7 Fase3 - Carichi sui marciapiedi

Il carico sui marciapiedi è definito in accordo a quanto precisato al par. 2.5.1.4.1.6 del *Manuale di progettazione RFI*.

$$q_{vk} = 10.0 \text{ kN/m}^2$$

Per questo tipo di carico, che non deve considerarsi contemporaneo al transito dei convogli ferroviari, non deve applicarsi l'incremento dinamico, è quindi stato considerato nel calcolo dei soli effetti locali.

### 7.8 Fase3 - Variazioni termiche

In accordo con le normative sui ponti e sulle strutture d'acciaio, si applica un carico termico differenziale pari a  $\pm 5^\circ$  fra estradosso ed intradosso di impalcato.

Il gradiente termico di  $\pm 5^\circ$  tra estradosso e intradosso impalcato sarà applicato direttamente agli elementi del modello dell'impalcato.

### 7.9 Fase3 - Termica uniforme ( $\epsilon 3$ )

Viene considerata una variazione termica uniforme pari a  $\pm 20^\circ \text{C}$  applicata agli elementi trave e trasversi dell'impalcato. Questo in accordo con quanto definito al paragrafo 5.2.2.5.2 del NTC2018 per impalcato con strutture in acciaio ed armamento su ballast.

### 7.10 Fase3 - Vento

Si riporta di seguito il calcolo dell'azione del vento sul fusto della pila in direzione trasversale e longitudinale rispetto all'asse del viadotto. La sezione della pila è assimilata, per questo calcolo, a un rettangolo di dimensioni  $B_L$  x  $B_T$ .

Si assume cautelativamente una pressione di progetto pari a  $2,5\text{kN/m}^2$ .

Risulta pertanto sui due lati del fusto della pila:

$$q_{T,\text{vento}} = 2,5\text{kN/m}^2 \times B_L - \text{Carico unitario in direzione trasversale all'asse del viadotto}$$

$$q_{L,\text{vento}} = 2,5\text{kN/m}^2 \times B_T - \text{Carico unitario in direzione parallela all'asse del viadotto}$$

Questo valore viene assunto come pressione di picco sia sulla faccia sopravvento che sottovento.

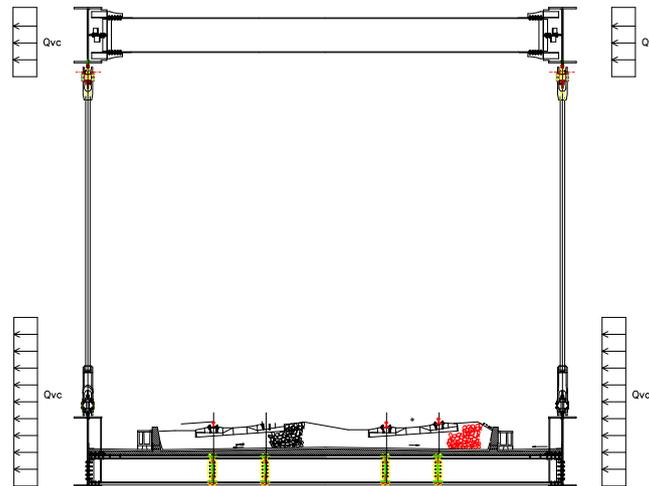
Il carico vento applicato al modello viene distinto nei due casi di ponte scarico e ponte carico:

#### Vento a ponte scarico

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

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	34 di 219

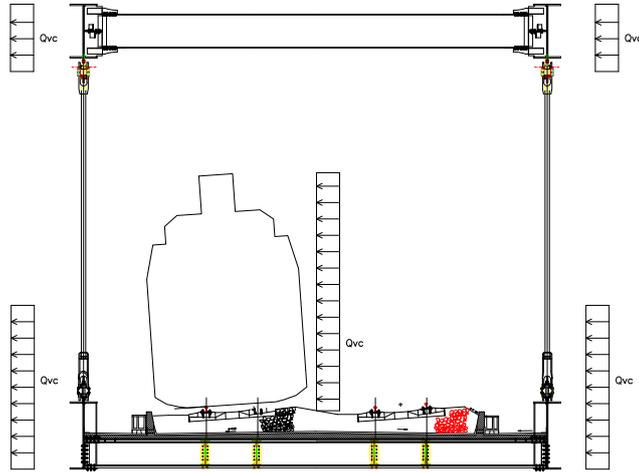


#### Vento a ponte carico

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

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	35 di 219



### 7.11 Carichi trasmessi dall'impalcato

Per la sintesi degli scarichi espletati dagli appoggi d'impalcato sulla pila, relativamente ai due lati, fisso e mobile, per ciascuna delle condizioni di carico elementari analizzate, si faccia riferimento al capitolo relativo alle sollecitazioni e alle verifiche della pila, presentato nell'analisi dei risultati.

### 7.12 Azione del vento sulla pila $q_6$

Si riporta di seguito il calcolo dell'azione del vento sul fusto della pila in direzione trasversale e longitudinale rispetto all'asse del viadotto. La sezione della pila è assimilata, per questo calcolo, a un rettangolo di dimensioni  $B_L \times B_T$ .

Si assume cautelativamente una pressione di progetto pari a  $2,5\text{kN/m}^2$ .

Risulta pertanto sui due lati del fusto della pila:

$$q_{T,\text{vento}} = 2,5\text{kN/m}^2 \times B_L - \text{Carico unitario in direzione trasversale all'asse del viadotto}$$

$$q_{L,\text{vento}} = 2,5\text{kN/m}^2 \times B_T - \text{Carico unitario in direzione parallela all'asse del viadotto}$$

### 7.13 Azioni sismiche $q_7$

Nel presente paragrafo si riportano la descrizione e la valutazione dell'azione sismica secondo le specifiche del NTC 2018. L'azione sismica è descritta mediante spettri di risposta elastici e di progetto. In particolare, nel NTC 2018, vengono presentati gli spettri di risposta in termini di accelerazioni orizzontali e verticali.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione orizzontale è la seguente:

$$0 \leq T \leq T_B \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

In cui:

$$S = S_S \cdot S_T;$$

$S_S$ : coefficiente di amplificazione stratigrafico;

$S_T$ : coefficiente di amplificazione topografica;

$\eta$ : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ( $\eta=1$  per  $\xi=5$ ):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$a_g$ : accelerazione massima al suolo;

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

$T_B, T_C, T_D$ : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_B = \frac{T_C}{3}$$

$$T_D = 4.0 + \frac{a_g}{g} + 1.6$$

In cui :

$C_C$ : coefficiente che tiene conto della categoria del terreno;

$T_C^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione verticale è la seguente:

$$0 \leq T \leq T_B \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T \leq T_D \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

nelle quali:

$S = S_S \times S_T$ : con  $S_S$  pari sempre a 1 per lo spettro verticale;

$\eta$ : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ( $\eta=1$  per  $\xi=5$ ):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

$T$ : periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

$T_B, T_C, T_D$ : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

$$T_C = 0.05 \quad T_B = 0.15 \quad T_D = 1.0$$

$F_V$ : fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima mediante la relazione:

$$F_V = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0.5}$$

Di seguito si riporta il calcolo dei parametri per la valutazione degli spettri in accelerazione orizzontale e verticale, effettuata mediante l'utilizzo del software "Spettri NTC ver. 1.0.3" reperibile presso il sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Vita Nominale e classe d'uso

I parametri sono presentati e definiti al cap.4. Pertanto per l'opera in oggetto il periodo di riferimento è pari a  $75 \times 1,0 = 75$  anni.

Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportati nella tabella successiva.

Stati Limite		$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Accelerazione ( $a_g$ ), fattore ( $F_0$ ) e periodo ( $T_c^*$ )

Ai fini del NTC 2018 le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima sul sito;

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I parametri prima elencati dipendono dalle coordinate geografiche, espresse in termini di latitudine e longitudine, del sito interessato dall'opera, dal periodo di riferimento ( $V_R$ ), e quindi dalla vita nominale ( $VN$ ) e dalla classe d'uso ( $C_u$ ) e dallo stato limite considerato. Si riporta nel seguito la valutazione di detti parametri per i vari stati limite.

Latitudine: 42.2586°

Longitudine: 14.0609°

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	45	0,070	2,432	0,296
SLD	75	0,088	2,438	0,316
SLV	712	0,212	2,514	0,359
SLC	1462	0,271	2,545	0,369

Tab. 11 – Valutazione dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per i periodi di ritorno associati a ciascuno stato limite

I parametri ai quali si è fatto riferimento nella definizione dell'azione sismica di progetto, indicati nella tabella precedente, corrispondono, cautelativamente, a quei parametri che danno luogo al sisma di massima entità, fra tutti quelli individuati lungo le progressive dell'opera in progetto.

Sono stati presi in esame, secondo quanto previsto dal NTC 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, cap. 7.1, i seguenti Stati Limite sismici:

SLV: Stato Limite di Salvaguardia della Vita (Stato Limite Ultimo)

SLD: Stato Limite di Danno (Stato Limite di Esercizio)

SLC: Stato Limite di Collasso (Stato Limite Ultimo)

SLO: Stato Limite di Operatività (Stato Limite di Esercizio)

Le azioni sismiche relative allo stato limite di operatività (SLO) e allo stato limite di danno (SLD) non sono state considerate perché poco significative in relazione alle combinazioni di natura statica. Per quanto riguarda lo stato limite di collasso (SLC), questo è stato considerato per le combinazioni sismiche di verifica dei ritegni sismici; si faccia pertanto riferimento alle considerazioni presentate nelle rispettive relazioni di calcolo di impalcato.

Si riportano al termine dell'analisi, i parametri ed i punti dello spettro di risposta elastici e di progetto per il restante stato limite (SLV).

#### Classificazione dei terreni

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, deve essere basata su studi specifici di risposta sismica locale esistenti nell'area di intervento. In mancanza di tali studi la normativa prevede la classificazione, riportata nella tabella seguente, basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_{s30}$ , ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica (per terreni prevalentemente granulari), ovvero sulla coesione non drenata media  $c_u$  (per terreni prevalentemente coesivi).

Categoria di suolo di fondazione	Descrizione
Cat. A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.
Cat. B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana

	grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)

Si considera una **categoria C** di suolo di fondazione.

#### Amplificazione stratigrafica

I due coefficienti prima definiti,  $S_s$  e  $C_c$ , dipendono dalla categoria del sottosuolo come mostrato nel prospetto seguente. Per i terreni di categoria A, entrambi i coefficienti sono pari a 1, mentre per le altre categorie i due coefficienti sono pari a:

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	43 di 219

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_{int}}{v_c} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_{int}}{v_c} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_{int}}{v_c} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_{int}}{v_c} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Nel caso in esame (categoria di sottosuolo C) allo SLV risulta:

$$S_s = 1.381$$

$$C_c = 1.473$$

### Amplificazione topografica

Per poter tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella seguente tabella.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Nel caso in esame  $S_T = 1$ .

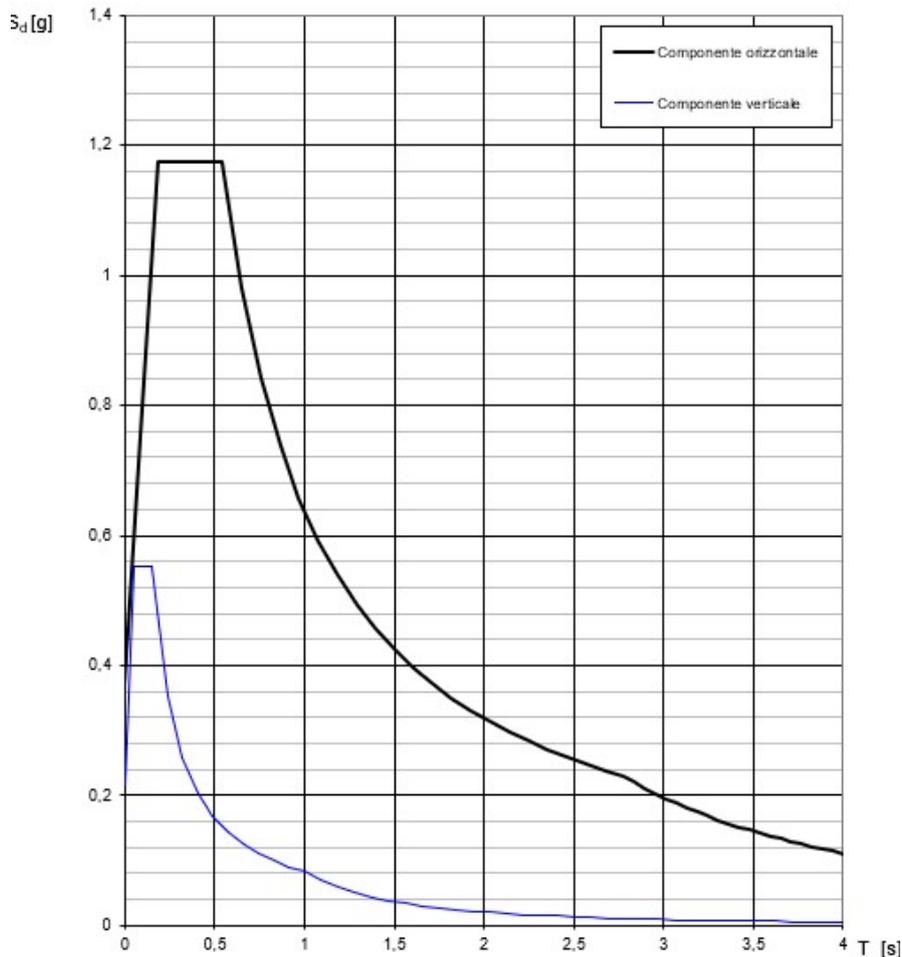
### 7.13.1 Spettri di risposta elastici

In accordo con le prescrizioni normative, lo spettro di risposta elastico è stato considerato solo ai fini della valutazione delle azioni in fondazione e delle azioni sugli apparecchi di appoggio.

Stato limite di salvaguardia della vita

Di seguito si forniscono lo spettro di risposta elastico per lo stato limite di salvaguardia della vita e la tabella dei parametri rispettivi.

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



Tab. 12 – Spettro di risposta (componenti orizz. e vert.) per l' SLV

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

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,295 g
$F_0$	2,555
$T_C$	0,373 s
$S_S$	1,248
$C_C$	1,454
$S_T$	1,000
$q$	0,800

#### Parametri dipendenti

$S$	1,248
$\eta$	1,250
$T_B$	0,181 s
$T_C$	0,542 s
$T_D$	2,779 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

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

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,368
$T_B \leftarrow$	0,181	1,175
$T_C \leftarrow$	0,542	1,175
	0,649	0,982
	0,755	0,844
	0,862	0,740
	0,968	0,658
	1,075	0,593
	1,181	0,540
	1,288	0,495
	1,395	0,457
	1,501	0,425
	1,608	0,397
	1,714	0,372
	1,821	0,350
	1,927	0,331
	2,034	0,313
	2,140	0,298
	2,247	0,284
	2,353	0,271
	2,460	0,259
	2,566	0,248
	2,673	0,238
$T_D \leftarrow$	2,779	0,229
	2,837	0,220
	2,896	0,211
	2,954	0,203
	3,012	0,195
	3,070	0,188
	3,128	0,181
	3,186	0,175
	3,244	0,168
	3,302	0,162
	3,361	0,157
	3,419	0,152
	3,477	0,147
	3,535	0,142
	3,593	0,137
	3,651	0,133
	3,709	0,129
	3,767	0,125
	3,826	0,121
	3,884	0,117
	3,942	0,114
	4,000	0,111

### 7.13.2 Spettri di risposta di progetto

In accordo con il par. 3.2.3.5 del NTC 2018 le capacità dissipative delle strutture possono essere prese in considerazione attraverso una riduzione delle forze elastiche. Tale riduzione tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  che ne risulta, sia per le componenti orizzontali, che per la componente verticale, deriva dunque dallo spettro elastico con le ordinate ridotte e lo si ottiene sostituendo, nelle espressioni che lo definiscono, il termine  $\eta$  con il termine  $1/q$ , dove  $q$  è il cosiddetto fattore di struttura.

Il fattore di struttura è definito in accordo con il par. 7.3.1 del NTC 2018:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

$q_0$  è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto  $\alpha_u / \alpha_1$  tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

$K_R$  è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Nel caso di pile da ponte in c.a. in **classe di duttilità "B" (CD "B")**, in accordo con il par. 7.9.2.1 (Tabella 7.9.I) NTC 2018 (Tabella 7.9.I), il valore di  $q_0$  è pari ad 1.5 mentre il valore di  $K_R$  è pari ad 1, per cui, in definitiva, per le componenti orizzontali dell'azione sismica si adotta:

$$q = 1.5$$

Per la componente verticale, il fattore di struttura per i ponti è unitario ( $q = 1$ ), quindi si utilizza lo spettro elastico. L'utilizzo di uno spettro di risposta di progetto ( $q > 1$ ) implica il rispetto di quelli che sono i requisiti normativi della gerarchia delle resistenze, descritti nello specifico nei paragrafi relativi al calcolo e alla verifica dei singoli elementi strutturali.

### Stato limite di salvaguardia della vita

Secondo quanto riportato nel DM 14/01/2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, cap. 3.2.3.5, lo spettro di progetto delle componenti orizzontali per lo SLV è stato determinato secondo le seguenti relazioni:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\frac{1}{q} \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{15}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

In cui:

$$S = S_S \cdot S_T,$$

$S_S$ : coefficiente di amplificazione stratigrafico;

$S_T$ : coefficiente di amplificazione topografica;

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C$ : periodo corrispondente all’inizio del tratto a velocità costante dello spettro ed è ottenuto mediante la seguente relazione:

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

In cui :

$C_C$ : coefficiente che tiene conto della categoria del terreno;

$T^*_c$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

$T_B$ : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante ed è ottenuto mediante la seguente relazione:

$$T_B = \frac{T_C}{3}$$

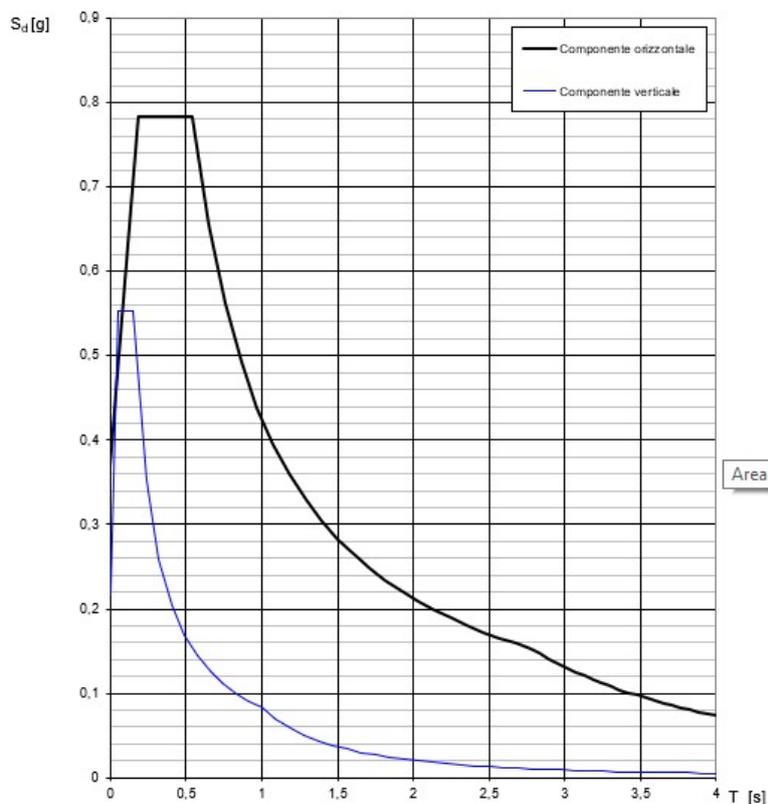
$T_D$ : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante ed è ottenuto mediante la seguente relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

$q$ : fattore di struttura.

Sono stati determinati gli spettri di risposta di progetto ed i parametri per lo SLV, riportati di seguito:

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



Tab. 13 – Spettro di risposta (componenti orizz. e vert.), con  $q=1,5$ , per l' SLV

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

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_0$	0,295 g
$F_0$	2,555
$T_c$	0,373 s
$S_s$	1,248
$C_c$	1,454
$S_T$	1,000
$q$	1,200

#### Parametri dipendenti

$S$	1,248
$\eta$	0,833
$T_B$	0,181 s
$T_C$	0,542 s
$T_D$	2,779 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

$$T_D = 4,0 \cdot a_0 / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_B}{T^2} \right)$$

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

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,368
$T_B \leftarrow$	0,181	0,783
$T_C \leftarrow$	0,542	0,783
	0,649	0,655
	0,755	0,563
	0,862	0,493
	0,968	0,439
	1,075	0,395
	1,181	0,360
	1,288	0,330
	1,395	0,305
	1,501	0,283
	1,608	0,264
	1,714	0,248
	1,821	0,233
	1,927	0,221
	2,034	0,209
	2,140	0,199
	2,247	0,189
	2,353	0,181
	2,460	0,173
	2,566	0,166
	2,673	0,159
$T_D \leftarrow$	2,779	0,153
	2,837	0,147
	2,896	0,141
	2,954	0,135
	3,012	0,130
	3,070	0,125
	3,128	0,121
	3,186	0,116
	3,244	0,112
	3,302	0,108
	3,361	0,105
	3,419	0,101
	3,477	0,098
	3,535	0,095
	3,593	0,091
	3,651	0,089
	3,709	0,086
	3,767	0,083
	3,826	0,081
	3,884	0,078
	3,942	0,076
	4,000	0,074

### **7.13.3 Combinazione delle componenti dell'azione sismica e valutazione delle masse**

Il sisma viene convenzionalmente considerato come agente separatamente in due direzioni tra loro ortogonali prefissate (direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto e trasversale); per tenere conto che nella realtà il moto del terreno durante l'evento sismico ha direzione casuale e in accordo con le prescrizioni normative, per ottenere l'effetto complessivo del sisma, a partire dagli effetti delle direzioni calcolati separatamente, si è provveduto a sommare i massimi ottenuti in una direzione con il 30% dei massimi ottenuti per l'azione applicata nell'altra direzione.

Per quanto riguarda la valutazione delle masse sismiche, nel caso di ponti, in accordo con il par. 3.2.4 del D.M. 14/01/2008, oltre alla massa efficace dell'impalcato e della pila, è stata considerata un'aliquota pari al 20% del carico dovuto al transito dei treni: questo è stato ottenuto tenendo conto dello scenario più gravoso tra quello che vede la presenza sui due binari di due treni di carico LM71 e quello caratterizzato da un treno LM71 e da un treno tipo SW/2.

In direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto, la lunghezza di impalcato di competenza della pila, per il calcolo delle masse sismiche, è quella relativa all'impalcato "lato fisso"; in direzione trasversale, è pari alla somma della metà della luce dell'impalcato "lato fisso" e della metà di quella dell'impalcato "lato mobile".

La valutazione delle masse sismiche è esplicitata nell'analisi dei risultati, per ciascuna delle due direzioni di verifica.

## 8 COMBINAZIONI DI CARICO

### 8.1 Combinazioni di carico

Le combinazioni delle azioni sono state definite in accordo con quanto riportato al par. 2.5.3 del NTC 2018:

- 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):

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

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  e quelli dei coefficienti di combinazione  $\Psi_{ij}$  sono stati desunti dal par. 5.2.3.3.1 del NTC 2018, relativo al capitolo sui 'Ponti ferroviari'. Di seguito si riportano le Tabelle di riferimento.

Per quanto riguarda il coefficiente di combinazione  $\Psi_{2j}$  relativo ai carichi dovuti al transito dei treni, come anticipato in precedenza, questo si assume pari a 0,2 nelle combinazioni sismiche, conformemente a quanto prescritto nel par. 3.2.4 del NTC 2018.

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

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

Tab. 14 – Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del NTC 2018

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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	$\mathcal{E}1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\mathcal{E}2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	$\mathcal{E}3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\mathcal{E}4$	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	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  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tab. 15 – Valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VI del NTC 2018

Azioni		$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0

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

(2) Si usano gli stessi coefficienti  $\Psi$  adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\Psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tab. 16 – Ulteriori valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VII del NTC 2018

Conformemente con quanto prescritto al par.5.2.3.1.3 del NTC 2018, gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella Tabella 5.2.IV del NTC 2018, riportata di seguito.

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

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

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	55 di 219

Tab. 17 – Valutazione dei carichi da traffico – Tabella 5.2.IV del NTC 2018

## 8.2 Combinazioni SLU

Si riportano le azioni applicate alla struttura per le diverse combinazioni di carico:

### GRUPPO 1

Carichi permanenti				
	Operazioni	Coeff. parziali di sicurezza	Nome file	
Carichi permanenti strutturali	inviluppo	1.35	Fase1	
		1.00	Fase1	
Carichi permanenti portati	Somma	inviluppo	1.35	Fase2
			1.00	Fase2
	inviluppo	1.50	Fase2ballast	
		1.00	Fase2ballast	

Carichi da traffico						
	Coeff. parziali di sicurezza	Operazione	Posizione carico	Operazione	Operazione	Nome del gruppo di carico
Carichi mobili da transito dei treni	1.45	Inviluppo	Carico principale su binario pari	Somma	Inviluppo	LM71P_GR1
						SW2P_GR1
					Inviluppo	0
						LM71D_GR1
		Inviluppo	Carico principale su binario dispari	Somma	Inviluppo	LM71D_GR1
						SW2D_GR1
					Inviluppo	0
						LM71P_GR1
0						

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	57 di 219

Altri carichi accidentali					
	Coeff. parziali di sicurezza	Coeff. di combinazione	Operazione	Nome file	Descrizione carico
Ritiro	1.20	1	involuppo	RITIRO	Pressoflessione della sezione mista
				0	Nessun carico
Termica	1.20	1	involuppo	TERMICA	Termica differenziale (soletta / acciaio) positiva e negativa
				0	Nessun carico
Vento	1.50	0.6	involuppo	VENTO	Azioni del vento verso dx o verso sx
				0	Nessun carico

Si riporta ora il dettaglio dei gruppi di carico ferroviari presenti nella combinazione:

Dettaglio del gruppo di carico						
	Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
LM71P_GR1	Somma	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Involuppo	LM71Pdx	LM71 su binario pari, ecc. a destra
					LM71Psx	LM71 su binario pari, ecc. a sinistra
					LM71P	LM71 su binario pari
					0	Nessun carico
		1.00	-	Involuppo	LM71serpPsx	Serpeggio LM71, bin. P, verso sx
					LM71serpPdx	Serpeggio LM71, bin. P, verso dx
					0	Nessun carico
		0.50	-	Involuppo	LM71avvP	Avviamento LM71, bin. P, direzione + e -
					LM71frenP	Frenatura LM71, bin. P, direzione + e -
					0	Nessun carico

Dettaglio del gruppo di carico						
	Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
SW2P_GR1	Somma	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Involuppo	SW2P	SW2 su binario pari
					0	Nessun carico
		1.00	-	Involuppo	SW2serpPsx	Serpeggio SW2, bin. P, verso sx
					SW2serpPdx	Serpeggio SW2, bin. P, verso dx
					0	Nessun carico
		0.50	-	Involuppo	SW2avvP	Avviamento SW2, bin. P, direzione + e -
					SW2frenp	Frenatura SW2, bin. P, direzione + e -
					0	Nessun carico

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	58 di 219

**Dettaglio del gruppo di carico**

Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
LM71D_GR1	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	LM71Ddx	LM71 su binario dispari, ecc. a destra
				LM71Dsx	LM71 su binario dispari, ecc. a sinistra
				LM71D	LM71 su binario dispari
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	LM71serpDsx	Serpeggio LM71, bin. D, verso sx
				LM71serpDdx	Serpeggio LM71, bin. D, verso dx
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	LM71avvD	Avviamento LM71, bin. D, direzione + e -
				LM71frenD	Frenatura LM71, bin. D, direzione + e -
				0	Nessun carico

**Dettaglio del gruppo di carico**

Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
SW2D_GR1	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	SW2D	SW2 su binario dispari
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	SW2serpDsx	Serpeggio SW2, bin. D, verso sx
				SW2serpDdx	Serpeggio SW2, bin. D, verso dx
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	SW2avvD	Avviamento SW2, bin. D, direzione + e -
				SW2frenD	Frenatura SW2, bin. D, direzione + e -
				0	Nessun carico

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	59 di 219

**GRUPPO 3**

Carichi permanenti				
	Operazioni	Coeff. parziali di sicurezza	Nome file	
Carichi permanenti strutturali	inviluppo	1.35	Fase1	
		1.00	Fase1	
Carichi permanenti portati	Somma	inviluppo	1.35	Fase2
			1.00	Fase2
	inviluppo	1.50	Fase2ballast	
		1.00	Fase2ballast	

Carichi da traffico						
	Coeff. parziali di sicurezza	Operazione	Posizione carico	Operazione	Operazione	Nome del gruppo di carico
Carichi mobili da transito dei treni	1.45	Inviluppo	Carico principale su binario pari	Somma	Inviluppo	LM71P_GR3
						SW2P_GR3
					Inviluppo	0
						LM71D_GR3
		Inviluppo	Carico principale su binario dispari	Somma	Inviluppo	LM71D_GR3
						SW2D_GR3
					Inviluppo	0
						LM71P_GR3
0						

Altri carichi accidentali					
	Coeff. parziali di sicurezza	Coeff. di combinazione	Operazione	Nome file	Descrizione carico
Ritiro	1.20	1	inviluppo	RITIRO	Pressoflessione della sezione mista
				0	Nessun carico
Termica	1.20	1	inviluppo	TERMICA	Termica differenziale (soletta / acciaio) positiva e negativa
				0	Nessun carico
Vento	1.50	0.6	inviluppo	VENTO	Azioni del vento verso dx o verso sx
				0	Nessun carico

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	60 di 219

Si riporta ora il dettaglio dei gruppi di carico ferroviari presenti nella combinazione:

Dettaglio del gruppo di carico					
Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
LM71P_GR3	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	LM71Pdx	LM71 su binario pari, ecc. a destra
				LM71Psx	LM71 su binario pari, ecc. a sinistra
				LM71P	LM71 su binario pari
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	LM71serpPsx	Serpeggio LM71, bin. P, verso sx
				LM71serpPdx	Serpeggio LM71, bin. P, verso dx
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	LM71avvP	Avviamento LM71, bin. P, direzione + e -
				LM71frenP	Frenatura LM71, bin. P, direzione + e -
				0	Nessun carico

Dettaglio del gruppo di carico					
Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
SW2P_GR3	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	SW2P	SW2 su binario pari
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	SW2serpPsx	Serpeggio SW2, bin. P, verso sx
				SW2serpPdx	Serpeggio SW2, bin. P, verso dx
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	SW2avvP	Avviamento SW2, bin. P, direzione + e -
				SW2frenp	Frenatura SW2, bin. P, direzione + e -
				0	Nessun carico

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	61 di 219

**Dettaglio del gruppo di carico**

Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
LM71D_GR3	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	LM71Ddx	LM71 su binario dispari, ecc. a destra
				LM71Dsx	LM71 su binario dispari, ecc. a sinistra
				LM71D	LM71 su binario dispari
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	LM71serpDsx	Serpeggio LM71, bin. D, verso sx
				LM71serpDdx	Serpeggio LM71, bin. D, verso dx
				0	Nessun carico
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	LM71avvD	Avviamento LM71, bin. D, direzione + e -
				LM71frenD	Frenatura LM71, bin. D, direzione + e -
				0	Nessun carico
				0	Nessun carico

**Dettaglio del gruppo di carico**

Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
SW2D_GR3	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	SW2D	SW2 su binario dispari
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	SW2serpDsx	Serpeggio SW2, bin. D, verso sx
				SW2serpDdx	Serpeggio SW2, bin. D, verso dx
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	SW2avvD	Avviamento SW2, bin. D, direzione + e -
				SW2frenD	Frenatura SW2, bin. D, direzione + e -
				0	Nessun carico

*VENTO*

Carichi permanenti				
	Operazioni	Coeff. parziali di sicurezza	Nome file	
Carichi permanenti strutturali	inviluppo	1.35	Fase1	
		1.00	Fase1	
Carichi permanenti portati	Somma	inviluppo	1.35	Fase2
			1.00	Fase2
	inviluppo	1.50	Fase2ballast	
		1.00	Fase2ballast	

Carichi da traffico						
	Coeff. parziali di sicurezza	Operazione	Posizione carico	Operazione	Operazione	Nome del gruppo di carico
Carichi mobili da transito dei treni	1.45	Inviluppo	Carico principale su binario pari	Somma	Inviluppo	LM71P_GR1_W
						SW2P_GR1_W
				0		
				Inviluppo	Inviluppo	LM71D_GR1_W
		0				
		Inviluppo	Carico principale su binario dispari	Somma	Inviluppo	LM71D_GR1_W
						SW2D_GR1_W
				0		
Inviluppo	Inviluppo			LM71P_GR1_W		
		0				

Altri carichi accidentali					
	Coeff. parziali di sicurezza	Coeff. di combinazione	Operazione	Nome file	Descrizione carico
Ritiro	1.20	1	inviluppo	RITIRO	Pressoflessione della sezione mista
				0	Nessun carico
Termica	1.20	1	inviluppo	TERMICA	Termica differenziale (soletta / acciaio) positiva e negativa
				0	Nessun carico
Vento	1.50	1	inviluppo	VENTO	Azioni del vento verso dx o verso sx
				0	Nessun carico

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	63 di 219

Si riporta ora il dettaglio dei gruppi di carico ferroviari presenti nella combinazione:

Dettaglio del gruppo di carico						
Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico	
LM71P_GR1_W	0.80	$\beta \cdot \phi 3$	Inviluppo	LM71Pdx	LM71 su binario pari, ecc. a destra	
				LM71Psx	LM71 su binario pari, ecc. a sinistra	
				LM71P	LM71 su binario pari	
				0	Nessun carico	
	0.80	-	Inviluppo	LM71serpPsx	Serpeggio LM71, bin. P, verso sx	
				LM71serpPdx	Serpeggio LM71, bin. P, verso dx	
				0	Nessun carico	
				0.40	-	Inviluppo
	LM71frenP	Frenatura LM71, bin. P, direzione + e -				
	0	Nessun carico				
	Somma					

Dettaglio del gruppo di carico						
Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico	
SW2P_GR1_W	0.80	$\beta \cdot \phi 3$	Inviluppo	SW2P	SW2 su binario pari	
				0	Nessun carico	
	0.80	-	Inviluppo	SW2serpPsx	Serpeggio SW2, bin. P, verso sx	
				SW2serpPdx	Serpeggio SW2, bin. P, verso dx	
				0	Nessun carico	
	0.40	-	Inviluppo	SW2avvP	Avviamento SW2, bin. P, direzione + e -	
				SW2frenp	Frenatura SW2, bin. P, direzione + e -	
				0	Nessun carico	
	Somma					

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	64 di 219

**Dettaglio del gruppo di carico**

Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
LM71D_GR1_W	0.80	$\beta \cdot \phi 3$	Inviluppo	LM71Ddx	LM71 su binario dispari, ecc. a destra
				LM71Dsx	LM71 su binario dispari, ecc. a sinistra
				LM71D	LM71 su binario dispari
				0	Nessun carico
	0.80	-	Inviluppo	LM71serpDsx	Serpeggio LM71, bin. D, verso sx
				LM71serpDdx	Serpeggio LM71, bin. D, verso dx
				0	Nessun carico
				0	Nessun carico
	0.40	-	Inviluppo	LM71avvD	Avviamento LM71, bin. D, direzione + e -
				LM71frenD	Frenatura LM71, bin. D, direzione + e -
				0	Nessun carico
				0	Nessun carico

**Dettaglio del gruppo di carico**

Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
SW2D_GR1_W	1.00	$\beta \cdot \phi 3$	Inviluppo	SW2D	SW2 su binario dispari
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	SW2serpDsx	Serpeggio SW2, bin. D, verso sx
				SW2serpDdx	Serpeggio SW2, bin. D, verso dx
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	SW2avvD	Avviamento SW2, bin. D, direzione + e -
				SW2frenD	Frenatura SW2, bin. D, direzione + e -
				0	Nessun carico

### 8.3 Combinazione SLV

Carichi permanenti			
	Coeff. parziali di sicurezza	operazione	Nome file
Carichi permanenti strutturali	1.00	-	Fase1
Carichi permanenti portati	1.00	Somma	Fase2
			Fase2ballast

Carichi da traffico								
	Coeff. parziali di sicurezza	Coeff. dinamico	Operazione	Posizione carico	Operazione	Operazione	Nome File	Descrizione carico
Carichi mobili da transito dei treni	0.20	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	Carico principale su binario pari	Somma	Inviluppo	LM71Pdx	LM71 su binario pari, ecc. a destra
							LM71Psx	LM71 su binario pari, ecc. a sinistra
							LM71P	LM71 su binario pari
							SW2P	SW2 su binario pari
							0	Nessun carico
						Inviluppo	LM71Ddx	LM71 su binario dispari, ecc. a destra
							LM71Dsx	LM71 su binario dispari, ecc. a sinistra
							LM71D	LM71 su binario dispari
							0	Nessun carico
				Carico principale su binario dispari	Somma	Inviluppo	LM71Ddx	LM71 su binario dispari, ecc. a destra
							LM71Dsx	LM71 su binario dispari, ecc. a sinistra
							LM71D	LM71 su binario dispari
							SW2D	SW2 su binario dispari
							0	Nessun carico
						Inviluppo	LM71Pdx	LM71 su binario pari, ecc. a destra
							LM71Psx	LM71 su binario pari, ecc. a sinistra
							LM71P	LM71 su binario pari
							0	Nessun carico

Carichi sismici						
	Coeff. parziali di sicurezza	Operazione	Coeff. di combinazione	Nome file	Descrizione carico	
Sisma	1.00	inviluppo	Somma	1.00	Ex	Sisma longitudinale
				0.30	Ey	Sisma trasversale
				0.30	Ez	Sisma verticale
			Somma	0.30	Ex	Sisma longitudinale
				1.00	Ey	Sisma trasversale
				0.30	Ez	Sisma verticale
			Somma	0.30	Ex	Sisma longitudinale
				0.30	Ey	Sisma trasversale
				1.00	Ez	Sisma verticale

## 8.4 Carico di fatica

### GRUPPO 3

Carichi da traffico (le due condizioni si escludono a vicenda)							
	Coeff. parziali di sicurezza	Operazioni	Nome del gruppo di carico				
Traffico su un solo binario	1.00	Inviluppo	<table border="1"> <tr><td>LM71P_GR3</td></tr> <tr><td>LM71D_GR3</td></tr> <tr><td>0</td></tr> </table>	LM71P_GR3	LM71D_GR3	0	
LM71P_GR3							
LM71D_GR3							
0							
Traffico contemporaneo sui due binari	1.00	Inviluppo	<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Somma</td> <td>LM71P_GR3</td> </tr> <tr> <td>LM71D_GR3</td> </tr> <tr> <td>0</td> </tr> </table>	Somma	LM71P_GR3	LM71D_GR3	0
Somma	LM71P_GR3						
	LM71D_GR3						
	0						

Dettaglio del gruppo di carico					
Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
LM71P_GR3	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	LM71Pdx	LM71 su binario pari, ecc. a destra
				LM71Psx	LM71 su binario pari, ecc. a sinistra
				LM71P	LM71 su binario pari
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	LM71serpPsx	Serpeggio LM71, bin. P, verso sx
				LM71serpPdx	Serpeggio LM71, bin. P, verso dx
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	LM71avvP	Avviamento LM71, bin. P, direzione + e -
				LM71frenP	Frenatura LM71, bin. P, direzione + e -
				0	Nessun carico

Dettaglio del gruppo di carico					
Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
LM71D_GR3	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	LM71Ddx	LM71 su binario dispari, ecc. a destra
				LM71Dsx	LM71 su binario dispari, ecc. a sinistra
				LM71D	LM71 su binario dispari
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	LM71serpDsx	Serpeggio LM71, bin. D, verso sx
				LM71serpDdx	Serpeggio LM71, bin. D, verso dx
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	LM71avvD	Avviamento LM71, bin. D, direzione + e -
				LM71frenD	Frenatura LM71, bin. D, direzione + e -
				0	Nessun carico

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	67 di 219

## 8.5 Combinazioni SLE

*Combinazione rara*

Carichi permanenti			
	Coeff. parziali di	operazione	Nome file
Carichi permanenti strutturali	1.00	-	Fase1
Carichi permanenti portati	1.00	Somma	Fase2
			Fase2ballast

Carichi da traffico						
	Coeff. parziali di sicurezza	Operazione	Posizione carico	Operazione	Operazione	Nome del gruppo di carico
Carichi mobili da transito dei treni	1.00	Inviluppo	Carico principale su binario pari	Somma	Inviluppo	LM71P_SLErara
					Inviluppo	SW2P_SLErara
						0
				Inviluppo	LM71D_SLErara	
				0		
		Inviluppo	Carico principale su binario dispari	Somma	Inviluppo	LM71D_SLErara
					Inviluppo	SW2D_SLErara
						0
Inviluppo	LM71P_SLErara					
		0				

Altri carichi accidentali					
	Coeff. parziali di sicurezza	Coeff. di combinazione	Operazione	Nome file	Descrizione carico
Ritiro	1.00	1	inviluppo	RITIRO	Pressoflessione della sezione mista
				0	Nessun carico
Termica	1.00	1	inviluppo	TERMICA	Termica differenziale (soletta / acciaio) positiva e negativa
				0	Nessun carico
Vento	1.00	0.6	inviluppo	VENTO	Azioni del vento verso dx o verso sx
				0	Nessun carico

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	68 di 219

Si riporta ora il dettaglio dei gruppi di carico ferroviari presenti nella combinazione:

Dettaglio del gruppo di carico					
Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
LM71P_SLErara	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	LM71Pdx	LM71 su binario pari, ecc. a destra
				LM71Psx	LM71 su binario pari, ecc. a sinistra
				LM71P	LM71 su binario pari
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	LM71serpPsx	Serpeggio LM71, bin. P, verso sx
				LM71serpPdx	Serpeggio LM71, bin. P, verso dx
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	LM71avvP	Avviamento LM71, bin. P, direzione + e -
				LM71frenP	Frenatura LM71, bin. P, direzione + e -
				0	Nessun carico

Dettaglio del gruppo di carico					
Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
SW2P_SLErara	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	SW2P	SW2 su binario pari
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	SW2serpPsx	Serpeggio SW2, bin. P, verso sx
				SW2serpPdx	Serpeggio SW2, bin. P, verso dx
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	SW2avvP	Avviamento SW2, bin. P, direzione + e -
				SW2frenp	Frenatura SW2, bin. P, direzione + e -
				0	Nessun carico

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	69 di 219

**Dettaglio del gruppo di carico**

Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
LM71D_SLErara	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	LM71Ddx	LM71 su binario dispari, ecc. a destra
				LM71Dsx	LM71 su binario dispari, ecc. a sinistra
				LM71D	LM71 su binario dispari
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	LM71serpDsx	Serpeggio LM71, bin. D, verso sx
				LM71serpDdx	Serpeggio LM71, bin. D, verso dx
				0	Nessun carico
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	LM71avvD	Avviamento LM71, bin. D, direzione + e -
				LM71frenD	Frenatura LM71, bin. D, direzione + e -
				0	Nessun carico
				0	Nessun carico

**Dettaglio del gruppo di carico**

Operazione	Coeff. di combinazione	Coeff. dinamico	Operazione	Nome File	Descrizione carico
SW2D_SLErara	1.00	$\beta \cdot \phi_3$	Inviluppo	SW2D	SW2 su binario dispari
				0	Nessun carico
	1.00	-	Inviluppo	SW2serpDsx	Serpeggio SW2, bin. D, verso sx
				SW2serpDdx	Serpeggio SW2, bin. D, verso dx
				0	Nessun carico
	0.50	-	Inviluppo	SW2avvD	Avviamento SW2, bin. D, direzione + e -
				SW2frenD	Frenatura SW2, bin. D, direzione + e -
				0	Nessun carico

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	70 di 219

## 9 ANALISI STRUTTURALE

### 9.1 Modello di calcolo

La struttura è stata studiata mediante un modello tridimensionale agli elementi finiti implementato su Sap2000. Si è modellato l'impalcato e le due pareti arco trave, inoltre si sono modellate le pile e gli impalcati adiacenti il ponte ad arco. In particolare questi ultimi hanno una luce di 40 metri. Per l'analisi dei carichi e la caratterizzazione geometrica degli elementi si rimanda alle relazioni di calcolo di questi impalcati. Di seguito si riportano le caratteristiche del modello solo per quanto concernente il ponte ad arco.

Gli elementi principali del modello sono i seguenti:

- due fili longitudinali di frames posizionati nei baricentri delle travi catena;
- due fili longitudinali di frames collocati nel baricentro reale degli archi;
- quattro bracci infinitamente rigidi, due per pila, collegano l'impalcato ai vincoli in corrispondenza delle zone di appoggio;
- la zona terminale di intersezione fra arco e trave è rappresentata tramite delle aste infinitamente rigide (sia per l'arco che per il tirante) collegate da bracci rigidi in corrispondenza degli irrigidenti della zona di appoggio; tali aste sono quindi in grado di garantire la continuità di comportamento flessionale fra arco e trave così come effettivamente accade per effetto della presenza di tali nervature;
- ogni pendino è stato modellato come frame vincolato superiormente ed inferiormente al baricentro dell'arco e della trave. Nei punti d'attacco i pendini sono liberi di ruotare (cerniera sferica)
- i trasversi sono collegati alla trave catena con l'effettivo schema di vincolo sull'impalcato
- le longherine sono vincolate con continuità ai trasversi nel punto baricentrico, simulando così la situazione reale;
- gli shells che rappresentano la lamiera di copertura sono connessi agli assi baricentrici dei trasversi e delle longherine (in realtà sono bullonati all'estradosso di tali elementi);

gli elementi shells non vengono utilizzati nei modelli relativi al calcolo delle sollecitazioni sugli archi e sulle catene, svolgono la sola funzione di controventamento orizzontale.

- i traversi superiori sono vincolati nel punto baricentrico dell'arco, simulando così la situazione reale;
- i controventi superiori sono connessi al punto baricentrico dell'arco, simulando così la situazione reale.

Gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato sono stati modellati, in maniera tale da riprodurre lo schema di vincolo riportato negli elaborati grafici, sconnettendo i frame rigidi che collegano le travi principali al pulvino ed assegnando, tra i due nodi ottenuti con la sconnessione, un opportuno vincolo interno "constraint".

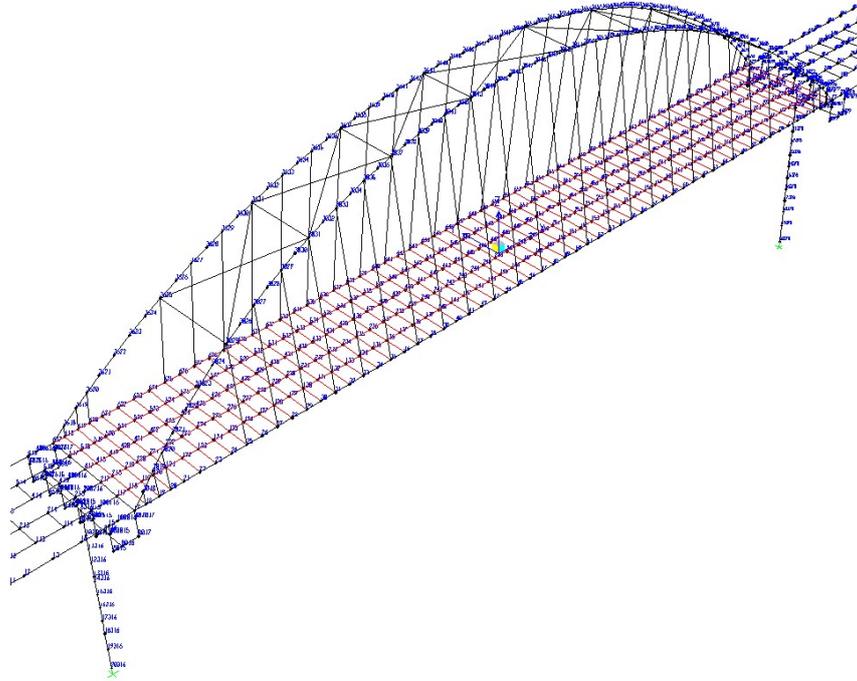
Le rigidità assegnate a questi elementi tengono conto di tutte le strutture resistenti non modellate, quali la soletta ed i controventi.

Gli effettivi vincoli esterni necessari al funzionamento del modello sono assegnati in fondazione.

I pesi propri della struttura sono stati applicati come peso proprio di ciascuno degli elementi strutturali, mentre i pesi permanenti portati ed i sovraccarichi accidentali sono stati applicati rispettivamente ai traversi ed alle longherine.

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	73 di 219



1.

Sono stati impostati più modelli in maniera da ottenere le sollecitazioni della struttura per diverse condizione di carico e specialmente per gli impalcato adiacenti per diverse condizioni di rigidità degli elemento. Sono stati utilizzati i 3 modelli di seguito elencati, aventi differenti caratteristiche di rigidità:

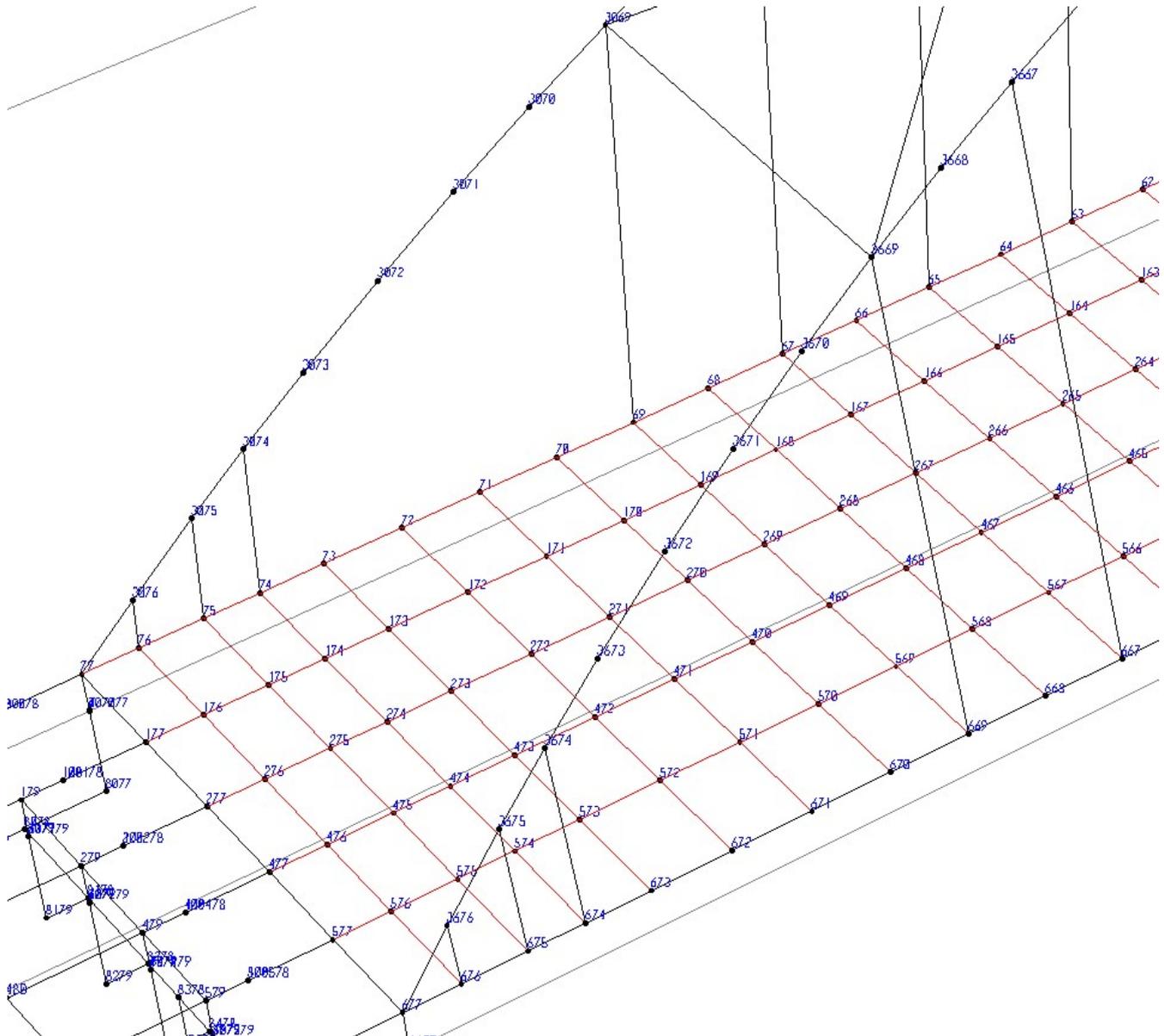
- Modello di FASE I, utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni dovute al peso proprio degli elementi strutturali; le caratteristiche geometriche delle sezioni resistenti delle travi sono valutate assumendo come resistenti le sole travi in acciaio.
- Modello di FASE II, utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni dovute ai sovraccarichi permanenti ed al ritiro; le caratteristiche geometriche delle sezioni degli elementi trave sono valutate assumendo come resistente la sezione composta dalle travi in acciaio e dalla soletta in calcestruzzo, ottenuta considerando il modulo elastico del calcestruzzo a lungo termine.
- Modello di FASE III, utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni dovute alle azioni variabili come il traffico ferroviario, le variazioni termiche ed il vento; le caratteristiche geometriche delle sezioni degli elementi trave sono valutate assumendo come resistente la sezione composta dalle travi in acciaio e dalla soletta in calcestruzzo, ottenuta considerando il modulo elastico del calcestruzzo a breve termine.

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	75 di 219

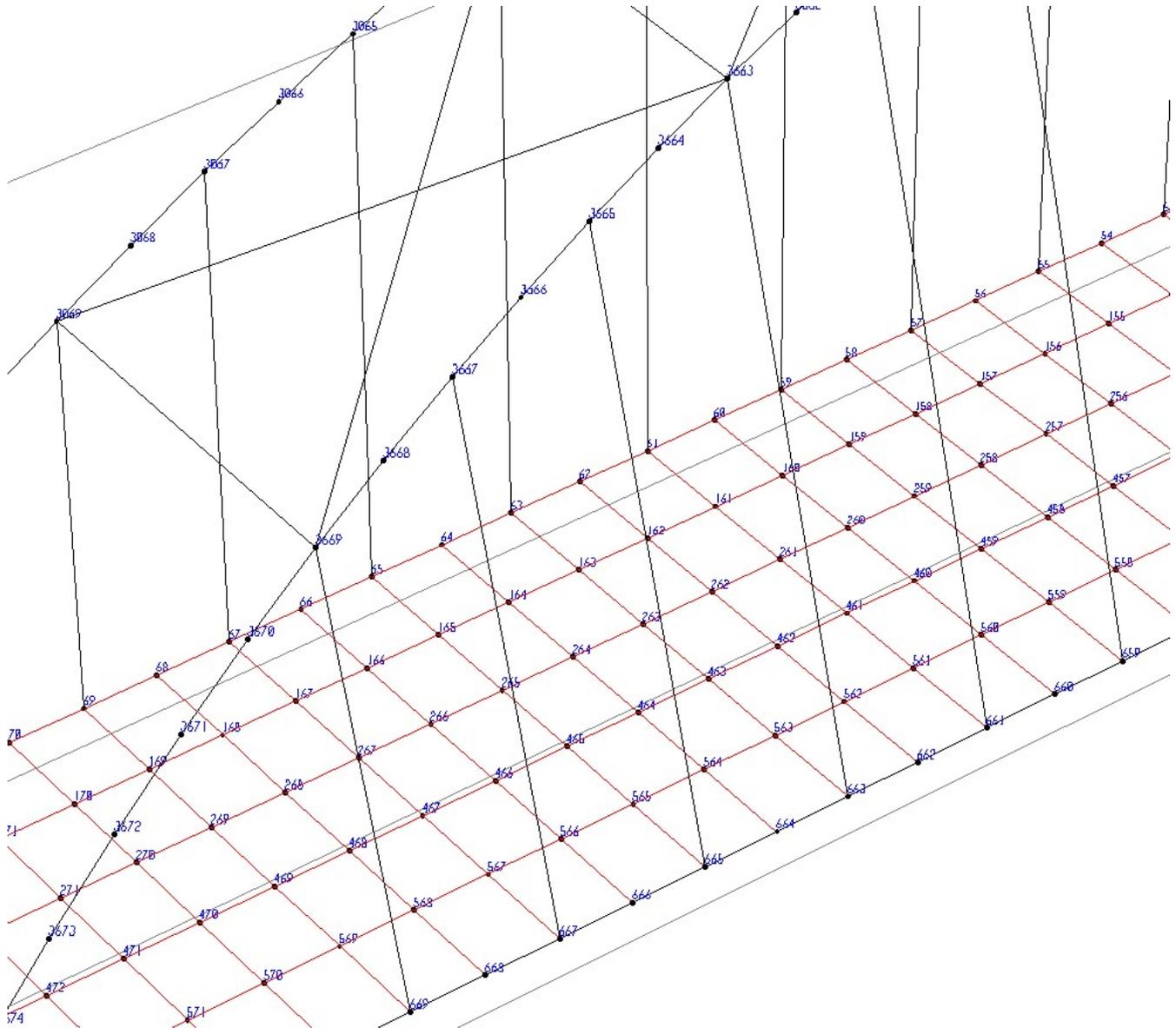
### 9.1.1 Numerazione nodi

Di seguito vengono riportate alcune immagini per comprendere meglio l'assegnazione e la numerazione dei nodi.



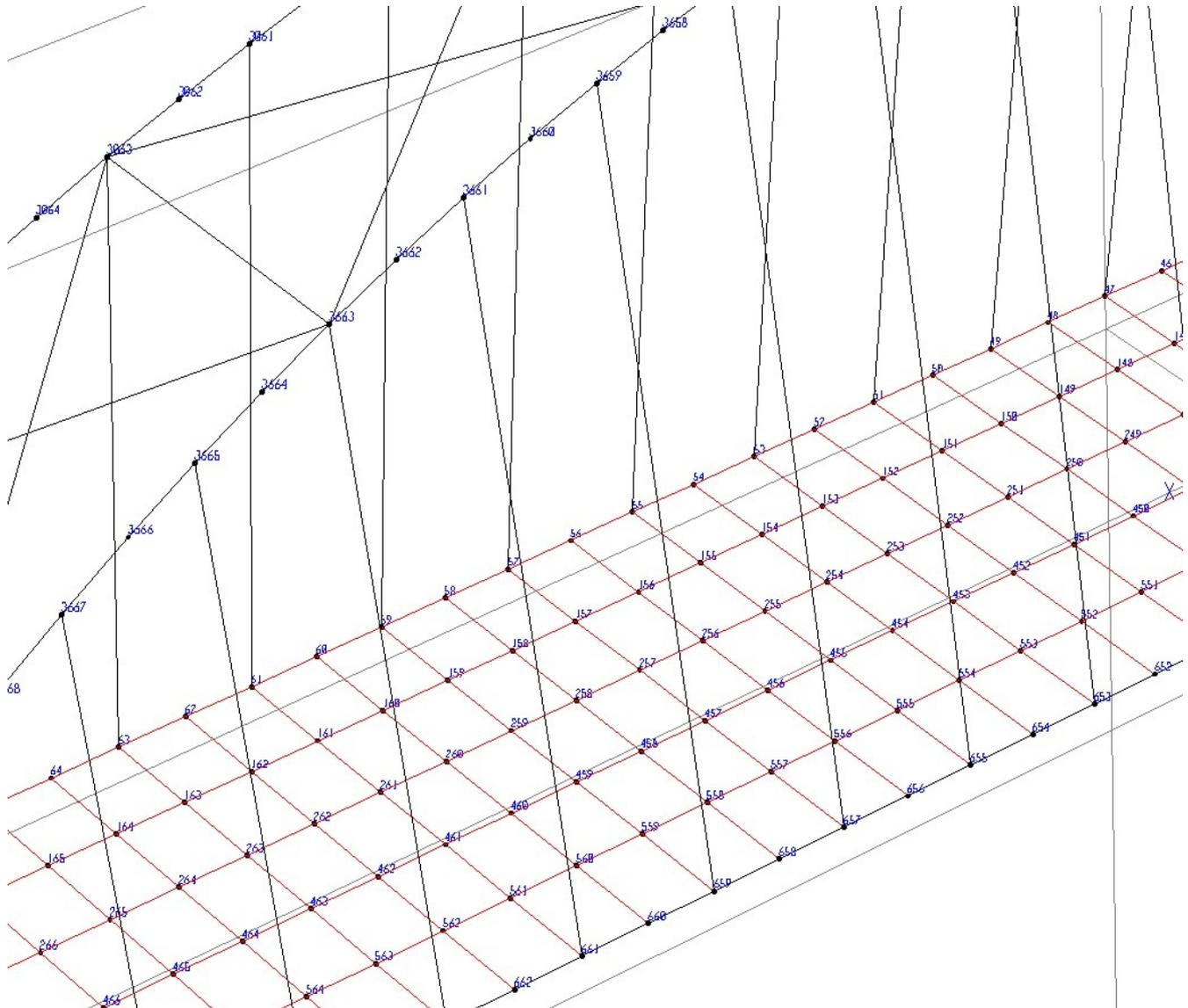
Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	76 di 219



Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	77 di 219



Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	78 di 219

## 9.1 Caratteristiche statiche arco

### GEOMETRIA DELLA SEZIONE Arco1

Elemento Generico 1	: base=	40 mm	, altezza=	3320 mm	, xG=	-630 mm	, yG=	0 mm
Elemento Generico 2	: base=	1220 mm	, altezza=	40 mm	, xG=	0 mm	, yG=	1640 mm
Elemento Generico 3	: base=	40 mm	, altezza=	3320 mm	, xG=	630 mm	, yG=	0 mm
Elemento Generico 4	: base=	1220 mm	, altezza=	40 mm	, xG=	0 mm	, yG=	-1640 mm

### TABELLA RIASSUNTIVA

AREA (cm <sup>2</sup> )	3632
xBARIC. da sinistra (cm)	0
yBARIC. da lembo inf. (cm)	166
Asv area-taglio vert. (cm <sup>2</sup> )	2656
Aso area-taglio orizz. (cm <sup>2</sup> )	976
Area interna alla sezione (cm <sup>2</sup> )	41328.00

### PROPRIETÀ ELASTICHE

Jx inerzia vert. (cm <sup>4</sup> )	50648043
Jy inerzia orizz. (cm <sup>4</sup> )	11755771
Jt inerzia tors. (cm <sup>4</sup> )	30096979
Wxs modulo resistenza superiore vert. (cm <sup>3</sup> )	305109
Wxi modulo resistenza inferiore vert. (cm <sup>3</sup> )	305109
Wys modulo resistenza sinistro orizz. (cm <sup>3</sup> )	180858
Wyd modulo resistenza destro orizz. (cm <sup>3</sup> )	180858

### PROPRIETÀ PLASTICHE

Wx,pl modulo resistenza plastico vert. (cm <sup>3</sup> )	380512
Wy,pl modulo resistenza plastico orizz. (cm <sup>3</sup> )	197096

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA PLASTICHE

fy resistenza caratteristica (Mpa)	35.5
fd resistenza di calcolo (Mpa)	33.81
coeff.complessivo di sicurezza	1.05
N,pl Normale plastica (kN)	122796
Mxx,pl Momento plastico vert. (kNcm)	12864930
Myy,pl Momento plastico orizz. (kNcm)	6663722
Vx,pl Taglio plastico vert. (kN)	19051
Vy,pl Taglio plastico orizz. (kN)	51845

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	79 di 219

GEOMETRIA DELLA SEZIONE Arco2

Elemento Generico 1	: base=	40 mm , altezza=	2860 mm , xG=	-630 mm , yG=	0 mm
Elemento Generico 2	: base=	1220 mm , altezza=	40 mm , xG=	0 mm , yG=	1410 mm
Elemento Generico 3	: base=	40 mm , altezza=	2860 mm , xG=	630 mm , yG=	0 mm
Elemento Generico 4	: base=	1220 mm , altezza=	40 mm , xG=	0 mm , yG=	-1410 mm

TABELLA RIASSUNTIVA

AREA (cm2)	3264
xBARIC. da sinistra (cm)	0
yBARIC. da lembo inf. (cm)	143
Asv area-taglio vert. (cm2)	2288
Aso area-taglio orizz. (cm2)	976
Area interna alla sezione (cm2)	35532.00

PROPRIETÀ ELASTICHE

Jx inerzia vert. (cm4)	35000928
Jy inerzia orizz. (cm4)	10294688
Jt inerzia tors. (cm4)	24755353
Wxs modulo resistenza superiore vert. (cm3)	244762
Wxi modulo resistenza inferiore vert. (cm3)	244762
Wys modulo resistenza sinistro orizz. (cm3)	158380
Wyd modulo resistenza destro orizz. (cm3)	158380

PROPRIETÀ PLASTICHE

Wx,pl modulo resistenza plastico vert. (cm3)	301208
Wy,pl modulo resistenza plastico orizz. (cm3)	173912

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA PLASTICHE

fy resitenza caratteristica (Mpa)	35.5
fd resitenza di calcolo (Mpa)	33.81
coeff.complessivo di sicurezza	1.05
N,pl Normale plastica (kN)	110354
Mxx,pl Momento plastico vert. (kNcm)	10183699
Myy,pl Momento plastico orizz. (kNcm)	5879882
Vx,pl Taglio plastico vert. (kN)	19051
Vy,pl Taglio plastico orizz. (kN)	44662

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	80 di 219

GEOMETRIA DELLA SEZIONE Arco3

Piattabanda Superiore	: base=	1300 mm	, altezza=	60 mm
Anima	: base=	40 mm	, altezza=	2370 mm
Piattabanda Inferiore	: base=	1300 mm	, altezza=	70 mm
Delta (angolo inclinazione anima) = 0°				

TABELLA RIASSUNTIVA

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
COEFF.OMOG.	inf	18.0	6.4
AREA OMOG. (cm2)	2638	2638	2638
Jx OMOG. (cm4)	29402302	29402302	29402302
BARIC. da lembo inf. (cm)	119	119	119
ASSE N da lembo inf. (cm)	250	250	250
Ss anima (cm3)	99575	99575	99575
Si anima (cm3)	105414	105414	105414
WS cls. (cm3)	0	0	0
WS acc. (cm3)	225029	225029	225029
Wi acc. (cm3)	246374	246374	246374
J Tors. (cm4)	29279	29279	29279
I Orizz. (cm4)	2380083	2380083	2380083
A taglio orizz. (cm2)	1690	1690	1690
A taglio vert. (cm2)	948	948	948

GEOMETRIA DELLA SEZIONE Arco4

Piattabanda Superiore	: base=	1300 mm	, altezza=	60 mm
Anima	: base=	40 mm	, altezza=	2040 mm
Piattabanda Inferiore	: base=	1300 mm	, altezza=	70 mm
Delta (angolo inclinazione anima) = 0°				

TABELLA RIASSUNTIVA

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
COEFF.OMOG.	inf	18.0	6.4
AREA OMOG. (cm2)	2506	2506	2506
Jx OMOG. (cm4)	21484581	21484581	21484581
BARIC. da lembo inf. (cm)	103	103	103
ASSE N da lembo inf. (cm)	217	217	217
Ss anima (cm3)	86290	86290	86290
Si anima (cm3)	90883	90883	90883
WS cls. (cm3)	0	0	0
WS acc. (cm3)	189077	189077	189077
Wi acc. (cm3)	207839	207839	207839
J Tors. (cm4)	28575	28575	28575
I Orizz. (cm4)	2380083	2380083	2380083
A taglio orizz. (cm2)	1690	1690	1690
A taglio vert. (cm2)	816	816	816

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	81 di 219

GEOMETRIA DELLA SEZIONE Arco5

Piattabanda Superiore	: base=	1300 mm	, altezza=	60 mm
Anima	: base=	40 mm	, altezza=	1960 mm
Piattabanda Inferiore	: base=	1300 mm	, altezza=	70 mm
Delta (angolo inclinazione anima) = 0°				

TABELLA RIASSUNTIVA

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
COEFF.OMOG.	inf	18.0	6.4
AREA OMOG. (cm2)	2474	2474	2474
Jx OMOG. (cm4)	19773132	19773132	19773132
BARIC. da lembo inf. (cm)	100	100	100
ASSE N da lembo inf. (cm)	209	209	209
Se anima (cm3)	83063	83063	83063
Si anima (cm3)	87368	87368	87368
WS cls. (cm3)	0	0	0
WS acc. (cm3)	180591	180591	180591
Wi acc. (cm3)	198707	198707	198707
J Tors. (cm4)	28405	28405	28405
I Orizz. (cm4)	2380083	2380083	2380083
A taglio orizz. (cm2)	1690	1690	1690
A taglio vert. (cm2)	784	784	784

GEOMETRIA DELLA SEZIONE Arco6

Piattabanda Superiore	: base=	1300 mm	, altezza=	60 mm
Anima	: base=	40 mm	, altezza=	1870 mm
Piattabanda Inferiore	: base=	1300 mm	, altezza=	70 mm
Delta (angolo inclinazione anima) = 0°				

TABELLA RIASSUNTIVA

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
COEFF.OMOG.	inf	18.0	6.4
AREA OMOG. (cm2)	2438	2438	2438
Jx OMOG. (cm4)	17942216	17942216	17942216
BARIC. da lembo inf. (cm)	95	95	95
ASSE N da lembo inf. (cm)	200	200	200
Se anima (cm3)	79429	79429	79429
Si anima (cm3)	83418	83418	83418
WS cls. (cm3)	0	0	0
WS acc. (cm3)	171152	171152	171152
Wi acc. (cm3)	188533	188533	188533
J Tors. (cm4)	28213	28213	28213
I Orizz. (cm4)	2380083	2380083	2380083
A taglio orizz. (cm2)	1690	1690	1690
A taglio vert. (cm2)	748	748	748

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	82 di 219

## 9.1 Caratteristiche statiche trave catena

### GEOMETRIA DELLA SEZIONE Cat01

Elemento Generico 1	: base=	40 mm	, altezza=	3780 mm	, xG=	-766.7 mm	, yG=	0 mm
Elemento Generico 2	: base=	1573.5 mm	, altezza=	40 mm	, xG=	0 mm	, yG=	1910 mm
Elemento Generico 3	: base=	40 mm	, altezza=	3780 mm	, xG=	766.7 mm	, yG=	0 mm
Elemento Generico 4	: base=	1573.5 mm	, altezza=	40 mm	, xG=	0 mm	, yG=	-1910 mm

### TABELLA RIASSUNTIVA

AREA (cm <sup>2</sup> )	4283
xBARIC. da sinistra (cm)	0
yBARIC. da lembo inf. (cm)	193
Asv area-taglio vert. (cm <sup>2</sup> )	3024
Aso area-taglio orizz. (cm <sup>2</sup> )	1259
Area interna alla sezione (cm <sup>2</sup> )	58575.88

### PROPRIET<sup>L</sup> ELASTICHE

Jx inerzia vert. (cm <sup>4</sup> )	81930729
Jy inerzia orizz. (cm <sup>4</sup> )	20377199
Jt inerzia tors. (cm <sup>4</sup> )	51273129
Wxs modulo resistenza superiore vert. (cm <sup>3</sup> )	424512
Wxi modulo resistenza inferiore vert. (cm <sup>3</sup> )	424512
Wys modulo resistenza sinistro orizz. (cm <sup>3</sup> )	259005
Wyd modulo resistenza destro orizz. (cm <sup>3</sup> )	259005

### PROPRIET<sup>L</sup> PLASTICHE

Wx,pl modulo resistenza plastico vert. (cm <sup>3</sup> )	526199
Wy,pl modulo resistenza plastico orizz. (cm <sup>3</sup> )	281368

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA PLASTICHE

fy resitenza caratteristica (Mpa)	35.5
fd resitenza di calcolo (Mpa)	33.81
coeff.complessivo di sicurezza	1.05
N,pl Normale plastica (kN)	144799
Mxx,pl Momento plastico vert. (kNcm)	17790531
Myy,pl Momento plastico orizz. (kNcm)	9512922
Vx,pl Taglio plastico vert. (kN)	24572
Vy,pl Taglio plastico orizz. (kN)	59028

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	83 di 219

GEOMETRIA DELLA SEZIONE Cat02

Elemento Generico	base=	altezza=	xG=	yG=
Elemento Generico 1	40 mm	2420 mm	-720 mm	0 mm
Elemento Generico 2	1480 mm	40 mm	0 mm	1230 mm
Elemento Generico 3	40 mm	2420 mm	720 mm	0 mm
Elemento Generico 4	1480 mm	40 mm	0 mm	-1230 mm

TABELLA RIASSUNTIVA

AREA (cm2)	3120
xBARIC. da sinistra (cm)	0
yBARIC. da lembo inf. (cm)	125
Asv area-taglio vert. (cm2)	1936
Aso area-taglio orizz. (cm2)	1184
Area interna alla sezione (cm2)	35424.00

PROPRIETÀ ELASTICHE

Jx inerzia vert. (cm4)	27362640
Jy inerzia orizz. (cm4)	12200000
Jt inerzia tors. (cm4)	25740713
Wxs modulo resistenza superiore vert. (cm3)	218901
Wxi modulo resistenza inferiore vert. (cm3)	218901
Wys modulo resistenza sinistro orizz. (cm3)	164865
Wyd modulo resistenza destro orizz. (cm3)	164865

PROPRIETÀ PLASTICHE

Wx,pl modulo resistenza plastico vert. (cm3)	262760
Wy,pl modulo resistenza plastico orizz. (cm3)	183200

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA PLASTICHE

fy resitenza caratteristica (Mpa)	35.5
fd resitenza di calcolo (Mpa)	33.81
coeff.complessivo di sicurezza	1.05
N,pl Normale plastica (kN)	105486
Mxx,pl Momento plastico vert. (kNcm)	8883790
Myy,pl Momento plastico orizz. (kNcm)	6193905
Vx,pl Taglio plastico vert. (kN)	23112
Vy,pl Taglio plastico orizz. (kN)	37791

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	84 di 219

GEOMETRIA DELLA SEZIONE TrvExt03

---

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 50 mm  
 Anima : base= 40 mm , altezza= 2390 mm  
 Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm  
 Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

TABELLA RIASSUNTIVA	FASE 1	FASE 2	FASE 3
COEFF.OMOG.	inf	18.0	6.4
AREA OMOG. (cm2)	2386	2386	2386
Jx OMOG. (cm4)	25823137	25823137	25823137
BARIC. da lembo inf. (cm)	119	119	119
ASSE N da lembo inf. (cm)	250	250	250
Ss anima (cm3)	83727	83727	83727
Si anima (cm3)	90238	90238	90238
WS cls. (cm3)	0	0	0
WS acc. (cm3)	196657	196657	196657
Wi acc. (cm3)	217569	217569	217569
J Tors. (cm4)	19875	19875	19875
I Orizz. (cm4)	2013917	2013917	2013917
A taglio orizz. (cm2)	1430	1430	1430
A taglio vert. (cm2)	956	956	956

GEOMETRIA DELLA SEZIONE TrvExt04

---

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 50 mm  
 Anima : base= 40 mm , altezza= 2390 mm  
 Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm  
 Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

TABELLA RIASSUNTIVA	FASE 1	FASE 2	FASE 3
COEFF.OMOG.	inf	18.0	6.4
AREA OMOG. (cm2)	2386	2386	2386
Jx OMOG. (cm4)	25823137	25823137	25823137
BARIC. da lembo inf. (cm)	119	119	119
ASSE N da lembo inf. (cm)	250	250	250
Ss anima (cm3)	83727	83727	83727
Si anima (cm3)	90238	90238	90238
WS cls. (cm3)	0	0	0
WS acc. (cm3)	196657	196657	196657
Wi acc. (cm3)	217569	217569	217569
J Tors. (cm4)	19875	19875	19875
I Orizz. (cm4)	2013917	2013917	2013917
A taglio orizz. (cm2)	1430	1430	1430
A taglio vert. (cm2)	956	956	956

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	85 di 219

## 9.2 Caratteristiche statiche pendini

I pendini utilizzati sono barrotti di diametro 160 mm in acciaio S460 e caratteristiche statiche:

$$A_{lorda} = 132,73 \text{ cm}^2$$

$$A_{netta} = 118,82 \text{ cm}^2$$

$$J = 1402 \text{ cm}^4$$

## 9.1 Caratteristiche statiche traversi

Profilo tipico traversi intermendi: HE1000x438

HE	dimensioni principali					peso	area	caratteristiche statiche													
								asse forte y-y							asse debole						
	h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>r</sub>	r	G	A	h <sub>1</sub>	d	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>pl,y</sub>	i <sub>y</sub>	A <sub>vz</sub>	I <sub>z</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>pl,z</sub> *	i <sub>z</sub>	S <sub>x</sub>	I <sub>T</sub>	I <sub>w</sub> ×10 <sup>-3</sup>
Designazione	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>6</sup>
HE 1000 x 438	1026	305	26.9	49	30	436.662	556.3	928	868	909177.4	17722.8	20746	40.43	299.94	23355.31116	1531.5	2462.56	6.48	160.05	3190.23	55293.4

## 9.2 Caratteristiche statiche longherine

Profilo tipico longherine: IPE750x137

IPE	dimensioni principali							peso	area	caratteristiche statiche													
										asse forte y-y						asse debole							
	h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>r</sub>	r	-	G	A	A <sub>net</sub>	h <sub>1</sub>	d	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>pl,y</sub>	i <sub>y</sub>	A <sub>vz</sub>	I <sub>z</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>pl,z</sub>	i <sub>z</sub>	S <sub>x</sub>	I <sub>T</sub>	I <sub>w</sub> ×10 <sup>-3</sup>
Designazione	mm	mm	mm	mm	mm	-	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>6</sup>
IPE 750 x 137	753	263	11.5	17	17	-	137.05	174.586	-	719	685	159877.47	4246.4	4865.2	30.26	92.901	5165.87	392.84	614.08	5.44	65.42	137.09	6980.1

## 9.3 Caratteristiche statiche controventi arco

Profilo tipico controventi arco: tubi Ø457s=12.5

TONDI CAVI	dimensioni principali					peso	area	caratteristiche statiche			
								asse qualsiasi			
	D <sub>e</sub>	s	D <sub>i</sub>	G	A	Ω	I	W	W.pl	i	
Designazione	mm	mm	mm	[Kg/m]	[cm <sup>2</sup> ]	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>4</sup> )	(cm <sup>3</sup> )	(cm <sup>3</sup> )	[cm]	
Ø 457 s 12,5	457.0	12.5	432.0	137.0	174.6	1551.8	43144.8	1888.2	2470.4	15.7	

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	86 di 219

## 9.4 Caratteristiche statiche traversi arco

Profilo traversidi estremità arco (portale):

Sezione a cassone:

Altezza esterna: 2900 mm

Larghezza media: 1300 mm

Spessore pareti: 20 mm

GEOMETRIA DELLA SEZIONE Trv1

Elemento Generico	base=	altezza=	xG=	yG=
Elemento Generico 1	20 mm	2900 mm	-640 mm	0 mm
Elemento Generico 2	1260 mm	20 mm	0 mm	1440 mm
Elemento Generico 3	20 mm	2900 mm	640 mm	0 mm
Elemento Generico 4	1260 mm	20 mm	0 mm	-1440 mm

TABELLA RIASSUNTIVA

AREA (cm <sup>2</sup> )	1664
xBARIC. da sinistra(cm)	0
yBARIC. da lembo inf.(cm)	145
Asv area-taglio vert. (cm <sup>2</sup> )	1160
Aso area-taglio orizz.(cm <sup>2</sup> )	504
Area interna alla sezione (cm <sup>2</sup> )	36864.00

PROPRIET<sup>L</sup> ELASTICHE

Jx inerzia vert. (cm <sup>4</sup> )	18580779
Jy inerzia orizz.(cm <sup>4</sup> )	5418539
Jt inerzia tors. (cm <sup>4</sup> )	13066870
Wxs modulo resistenza superiore vert. (cm <sup>3</sup> )	128143
Wxi modulo resistenza inferiore vert. (cm <sup>3</sup> )	128143
Wys modulo resistenza sinistro orizz. (cm <sup>3</sup> )	83362
Wyd modulo resistenza destro orizz. (cm <sup>3</sup> )	83362

PROPRIET<sup>L</sup> PLASTICHE

Wx,pl modulo resistenza plastico vert.(cm <sup>3</sup> )	156676
Wy,pl modulo resistenza plastico orizz.(cm <sup>3</sup> )	90116

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA PLASTICHE

fy resistenza caratteristica (Mpa)	35.5
fd resistenza di calcolo (Mpa)	33.81
coeff.complessivo di sicurezza	1.05
N,pl Normale plastica (kN)	56259
Mxx,pl Momento plastico vert. (kNcm)	5297141
Myy,pl Momento plastico orizz. (kNcm)	3046779
Vx,pl Taglio plastico vert. (kN)	9838
Vy,pl Taglio plastico orizz. (kN)	22643

Profilo tipico traversi intermedi arco: HEB1000

HE	dimensioni principali					peso	area	Idettagli costruzioni	caratteristiche statiche												
									asse forte y-y					asse debole							
	h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>r</sub>	r				G	A	h <sub>1</sub>	d	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>pl,y</sub>	i <sub>y</sub>	A <sub>vz</sub>	I <sub>z</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>pl,z*</sub>	i <sub>z</sub>
Designazione	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>6</sup>
HE 1000 B	1000	300	19	36	30	314.036	400	928	868	644748.07	12895	14855.1	40.15	212.49	16275.753	1085.05	1716.27	6.38	126.15	1254.42	37636.5

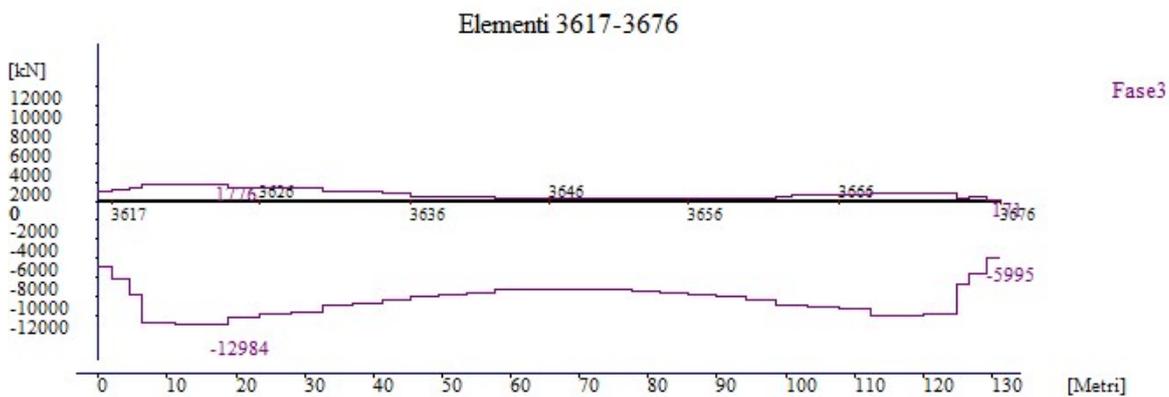
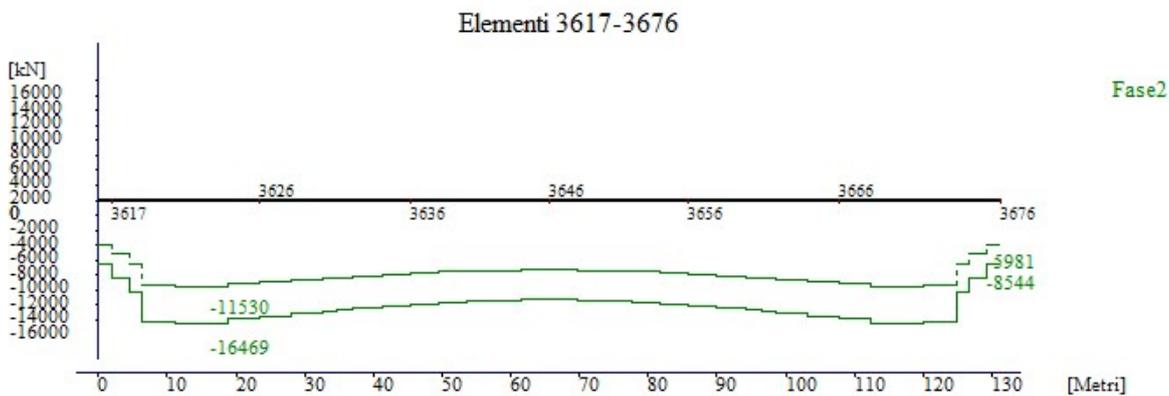
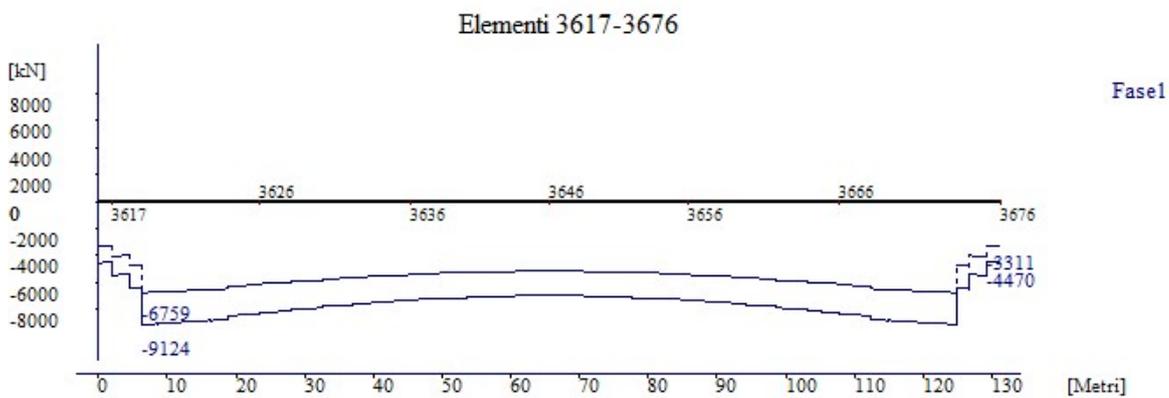
Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	87 di 219

## 11 VERIFICHE ARCO

### 11.1 Grafici delle caratteristiche di sollecitazione

#### Azione assiale N

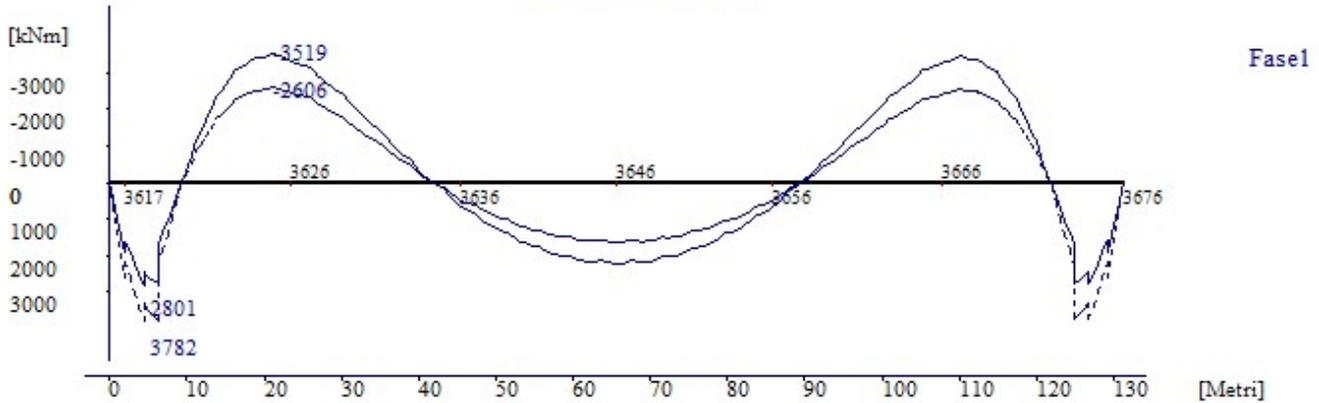


Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

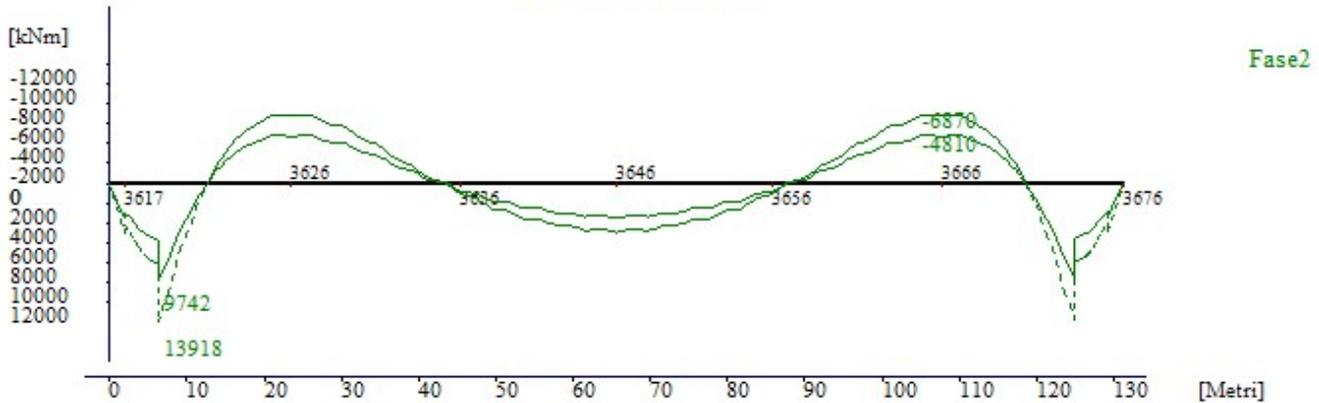
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	89 di 219

Momento flettente M2 (agente nel piano verticale dell'arco)

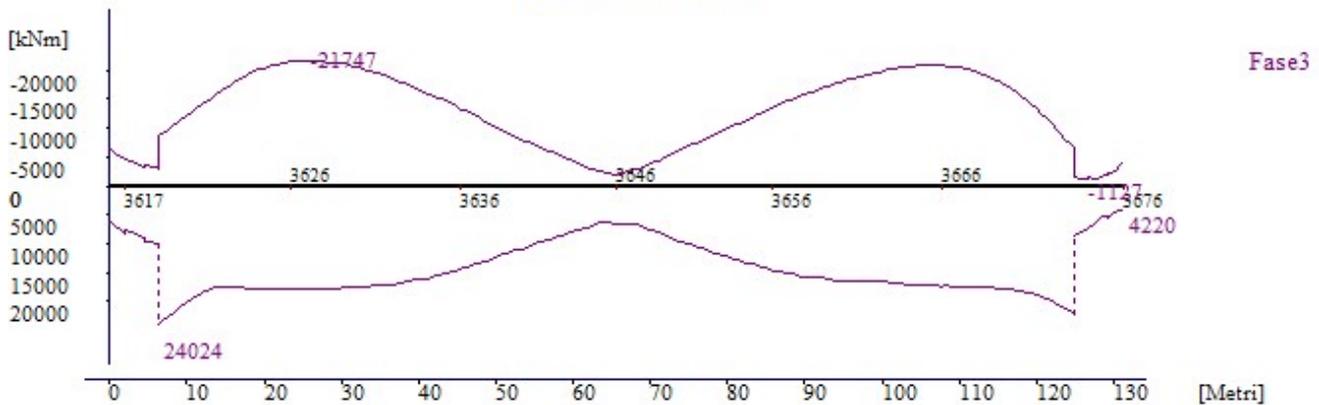
Elementi 3617-3676



Elementi 3617-3676



Elementi 3617-3676

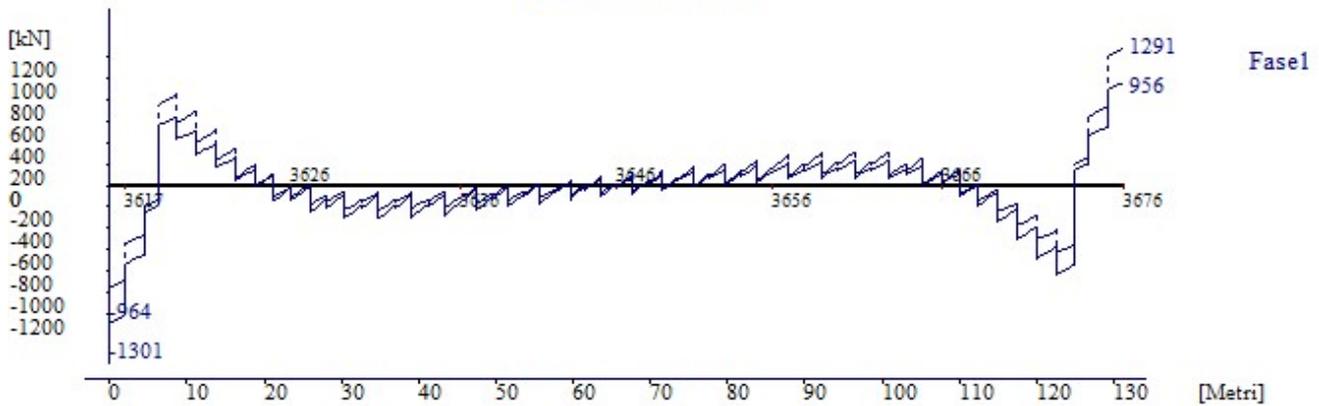


Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

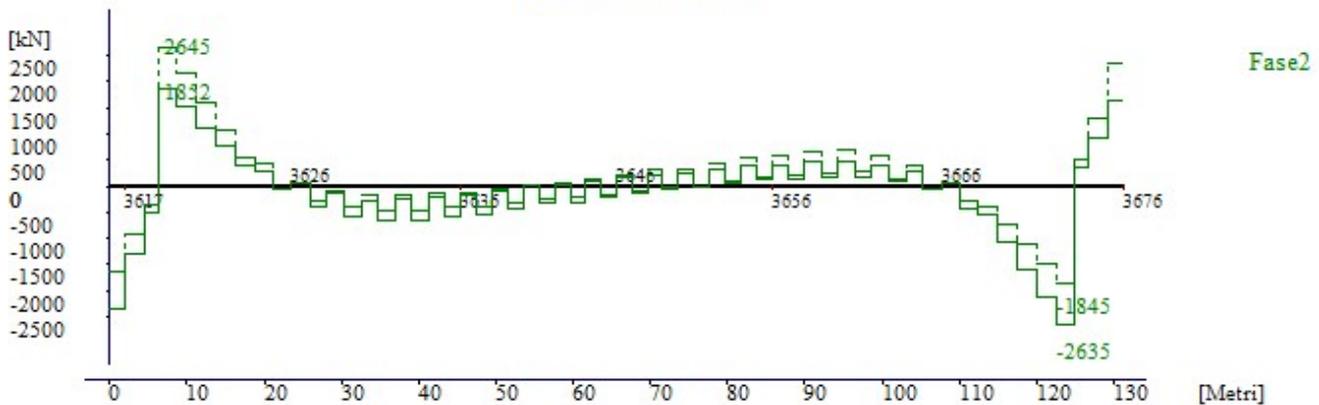
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	90 di 219

Taglio V3 (agente nel piano verticale dell'arco)

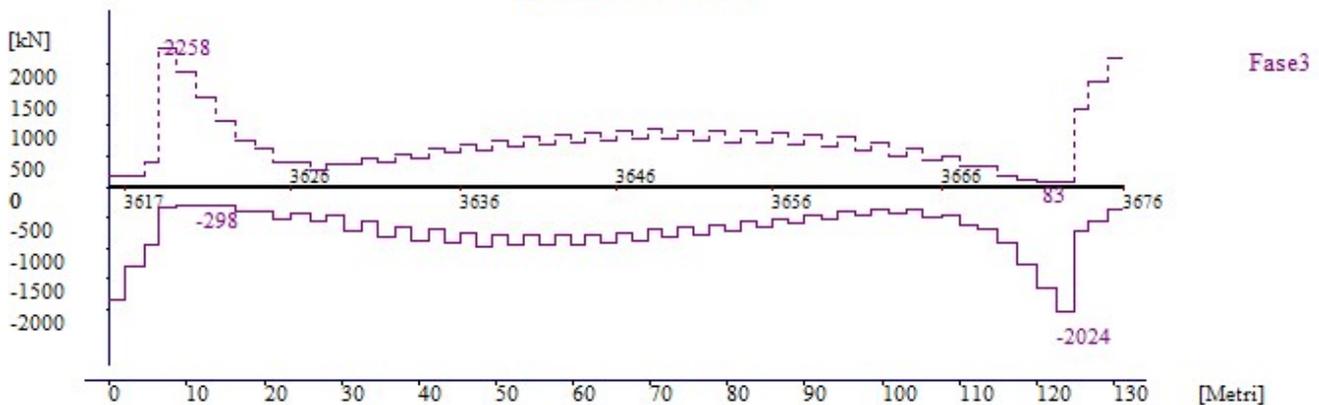
Elementi 3617-3676



Elementi 3617-3676



Elementi 3617-3676

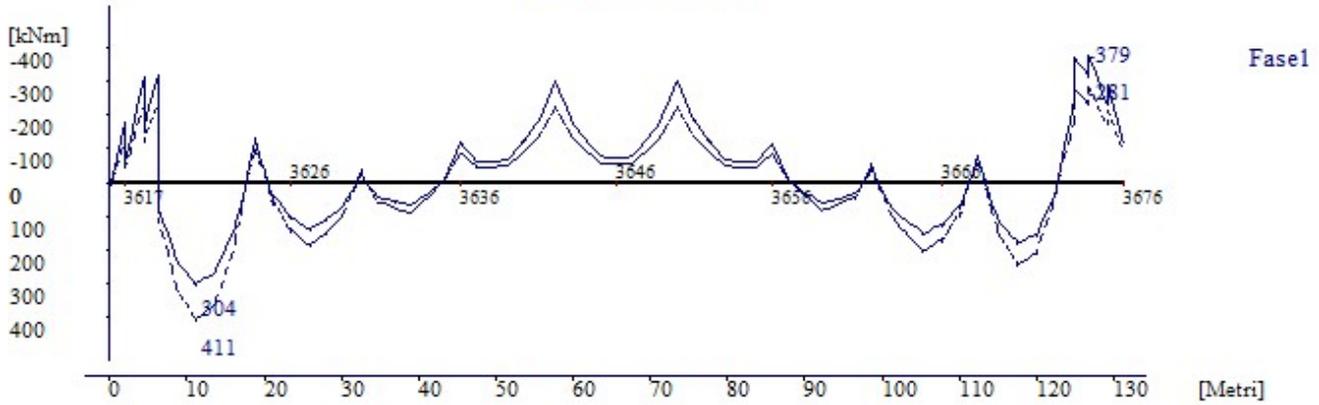


Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

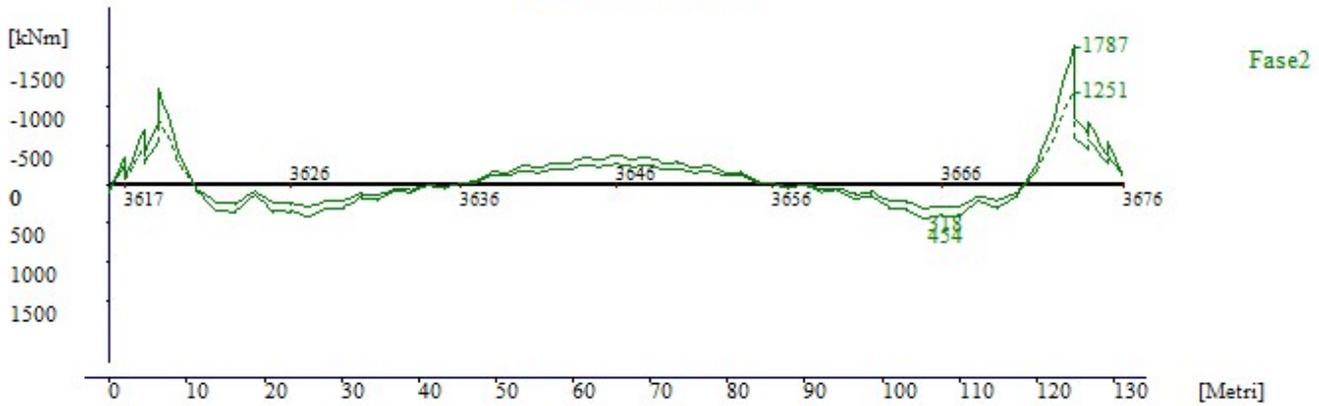
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	91 di 219

Momento flettente M3 (agente fuori piano all'arco)

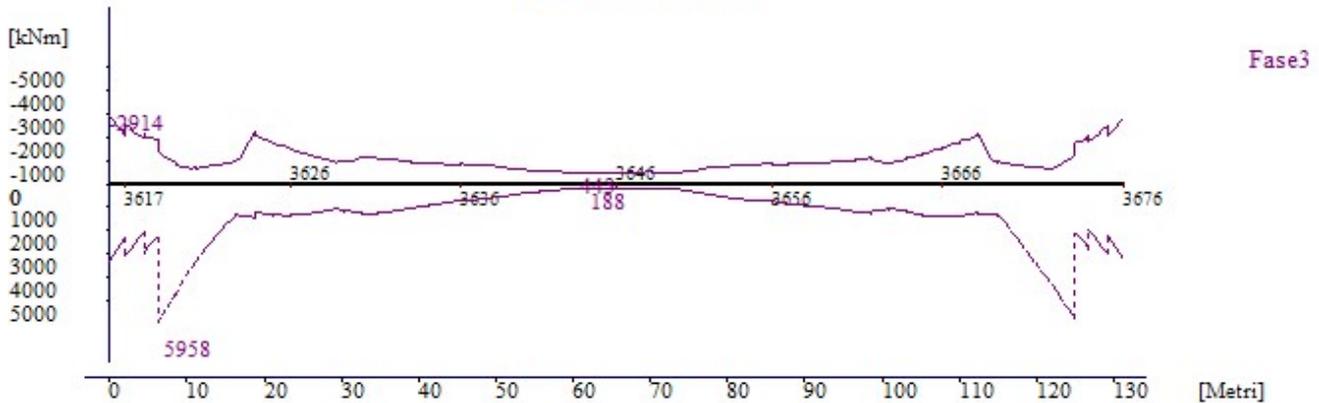
Elementi 3617-3676



Elementi 3617-3676



Elementi 3617-3676

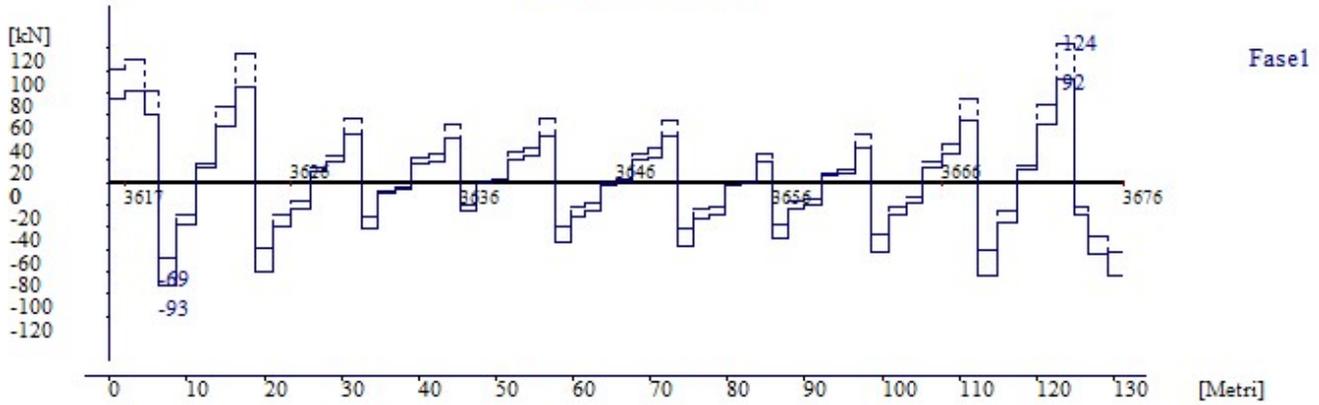


Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

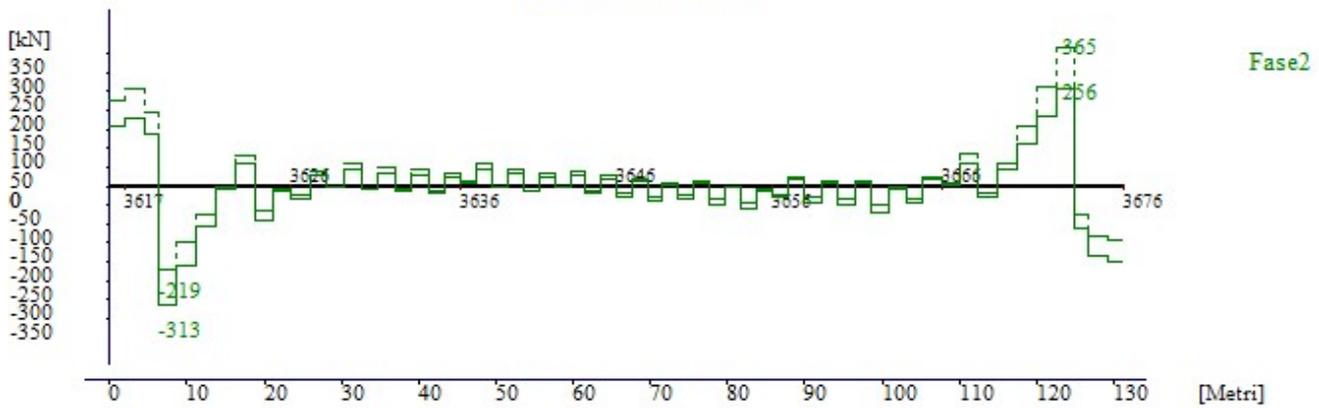
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	92 di 219

Taglio V2 (agente fuori piano all'arco)

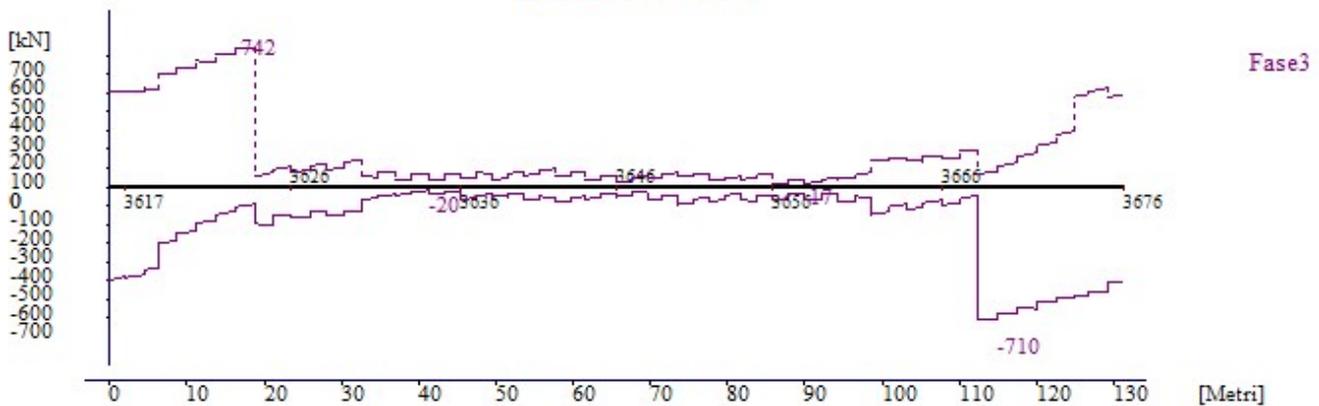
Elementi 3617-3676



Elementi 3617-3676



Elementi 3617-3676



## 11.2 Verifiche di resistenza arco – combinazione SLU

Le verifiche di resistenza sono state condotte per tutte le sezioni del viadotto mediante un post-processore il WINVERIF per le sezioni a doppio T e il WINPLASTIC per le sezioni a cassone.

Questi programmi leggono le caratteristiche di sollecitazione dei files riepilogativi \*.SUM e, servendosi di un file d'appoggio contenente tutte le indicazioni geometriche della sezione resistente, esegue le verifiche per tutte le sezioni indicate.

Il file d'appoggio tipico è \*.SEZ nel quale, come detto, sono contenute le composizioni e la distribuzione dei singoli conci, la distribuzione dei conci lungo lo schema strutturale, quella dei pannelli d'anima, il numero delle travi costituenti la sezione trasversale ed il loro interasse

Si riportano nel seguente paragrafo le verifiche di resistenza in versione sintetica di tutte le aste delle travi costituenti l'arco:

*Massimo momento flettente/torcente*

GR1M2Ar.inv, GR1M3Ar.inv, GR1TAr.inv, GR3M2Ar.inv, GR3M3Ar.inv, GR3TAr.inv

*Massimo taglio*

GR1V2Ar.inv, GR1V3Ar.inv, GR3V2Ar.inv, GR3V3Ar.inv

*Massimo sforzo normale*

GR1NAr.inv, GR3NAr.inv

Aste dichiarate: da 3616 a 3676

## 11.2.1 Distribuzione delle sezioni strutturali

### Trave a cassone

VI21\_120m\_Arco.sez:

NOMI DEI FILES

File riassuntivo Fasi 1,2,3  
GR1NAr.inv,GR1M2Ar.inv,GR1V3Ar.inv,GR1M3Ar.inv,GR1TAr.inv,GR3NAr.inv,GR3M2Ar.inv,GR3V3Ar.inv,GR3M3Ar.inv,GR3TAr.inv =

File stampa sintetica verifiche di resistenza . . . =

File stampa estesa verifiche di resistenza . . . =

File stampa massimi stato tensionale . . . . . = VI21\_120m\_Arco.tem

File stampa estesa stato tensionale . . . . . =

File stampa sintetica verifiche di imbozzamento . =

File stampa riassuntiva verifiche di imbozzamento =

File stampa estesa verifiche di imbozzamento . . =

File stampa massimi verifiche di resistenza . . . =

con verifiche sulle tensioni ? (S/N). . . . . =

File stampa massimi verifiche di imbozzamento . . =

File stampa Sollecitazioni Giunti . . . . . =

File stampa Pesì concì . . . . . = VI21\_120m\_Arco.weg

File stampa estesa verifiche di buckling . . . . =

File stampa massimi verifiche di buckling . . . . =

File stampa sintetica verifiche di buckling . . . =

DATI GENERALI

Numero delle travi resistenti . . . . . = 1

Trasformazione della torsione in tagli (S/N). . . = s

Distanza tra le travi esterne (cm). . . . . = 650

Larghezza impalcato . . . . . = 215

Numero travi principali . . . . . = 1

Fy acciaio . . . . . ="S355dm08"

Assumi M22: Mxx o Myy (1/2). . . . . = 1

Rek [MPa] . . . . . = 37

Fy armatura [MPa] . . . . . = 450

Coefficiente sicurezza Gamma (acciaio) resistenza = 1.05

Coefficiente sicurezza Gamma (acciaio) instabilità= 1.10

Coefficiente di sicurezza Gamma (cls) . . . . . = 2.1261517

Coefficiente di sicurezza Gamma (armatura) . . . = 1.15

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	95 di 219

Coefficiente di sicurezza NI (instabilità) . . . = 1

E modulo elasticità [mpa] . . . . . = 210000

G modulo elasticità tangenziale [mpa] . . . . . = 80000

Calcolo automatico N omogeneizzazione (S/N) . . . = N

Inviluppo separato ritiro/termica (S/N) . . . . = Tutti

Calcolo buckling (S/N) . . . . . = N

Classificazione delle sezioni . . . . . = N

Calcolo tensionale separato. . . . . = N

distribuzione rigorosa buckling . . . . . = N

calcolo del taglio secondo Jourawsky . . . . . = J

**COEFFICIENTI SPECIFICI Fase1**

Tipo fase . . . . . = 1

N . . . = 1.000

V2 . . = 1.000

M33 . . = 1.000

V3 . . = 1.000

M22 . . = 1.000

T . . . = 1.000

**COEFFICIENTI SPECIFICI Fase2**

Coefficiente di omogeneizzazione . . . . . = 1

Tipo fase . . . . . = 2

N . . . = 1.000

V2 . . = 1.000

M33 . . = 1.000

V3 . . = 1.000

M22 . . = 1.000

T . . . = 1.000

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	96 di 219

COEFFICIENTI SPECIFICI Fase3

Coefficiente di omogeneizzazione . . . . . = 1

Tipo fase . . . . . = 3

N . . . = 1.000

V2 . . = 1.000

M33 . . = 1.000

V3 . . = 1.000

M22 . . = 1.000

T . . . = 1.000

COEFFICIENTI SPECIFICI Ritiro

Coefficiente di omogeneizzazione . . . . . = 1

Tipo fase . . . . . = 4

N . . . = 1.000

V2 . . = 1.000

M33 . . = 1.000

V3 . . = 1.000

M22 . . = 1.000

T . . . = 1.000

COEFFICIENTI SPECIFICI termica

Coefficiente di omogeneizzazione . . . . . = 1

Tipo fase . . . . . = 5

N . . . = 1.000

V2 . . = 1.000

M33 . . = 1.000

V3 . . = 1.000

M22 . . = 1.000

T . . . = 1.000

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	97 di 219

DICHIARAZIONE DELLE SEZIONI

DEFINIZIONE NOMINALE

SEZIONE NUMERO . . . . . = Arco1

Tipo sezione . . . . . = chiusasottile,0.7, 0.7, 1.0,S ; sezione

Elementoacciaio. . . . . = 4, 332, -63, 0

Elementoacciaio. . . . . = 122, 4, 0, 164

Elementoacciaio. . . . . = 4, 332, 63, 0

Elementoacciaio. . . . . = 122, 4, 0, -164

alphaXX alphaYY . . . . . = 0.49, 0.49 ; sovrascrive le curve automatiche, così forzo la curva c

Classe . . . . . = 3

SEZIONE NUMERO . . . . . = Arco2

Tipo sezione . . . . . = chiusasottile,0.7, 0.7, 1.0,S ; sezione

Elementoacciaio. . . . . = 4, 286, -63, 0

Elementoacciaio. . . . . = 122, 4, 0, 141

Elementoacciaio. . . . . = 4, 286, 63, 0

Elementoacciaio. . . . . = 122, 4, 0, -141

alphaXX alphaYY . . . . . = 0.49, 0.49 ; sovrascrive le curve automatiche, così forzo la curva c

Classe . . . . . = 3

DICHIARAZIONE DELLE ASTE

3617 3617 Arco1

3618 3618 Arco1

3619 3619 Arco1

3620 3620 Arco1

3621 3621 Arco2

3622 3622 Arco2

3623 3623 Arco2

3669 3669 Arco3

3670 3670 Arco2

3671 3671 Arco2

3672 3672 Arco2

3673 3673 Arco1

3674 3674 Arco1

3675 3675 Arco1

3676 3676 Arco1

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	98 di 219

## Trave a doppio T

VI21\_120m\_ArcoT.SEZ : FILE DI VERIFICA

NOMI DEI FILES

File riassuntivo Fasi 1,2,3  
GR1NAr.inv,GR1M2Ar.inv,GR1V3Ar.inv,GR1M3Ar.inv,GR1TAr.inv,GR3NAr.inv,GR3M2Ar.inv,GR3V3Ar.inv,GR3M3Ar.inv,GR3TAr.inv =

File stampa sintetica verifiche di resistenza . . = VI21\_120m\_ArcoT.snt

File stampa estesa verifiche di resistenza . . . =

File stampa sintetica verifiche di imbozzamento . = VI21\_120m\_ArcoT.is

File stampa sintetica verifiche di imbozzamento . = VI21\_120m\_ArcoT.imb

File stampa estesa verifiche di imbozzamento . . =

File stampa massimi verifiche di resistenza . . . = VI21\_120m\_ArcoT.max

con verifiche sulle tensioni ? (S/N) . . . . = S

File stampa massimi verifiche di imbozzamento . . = VI21\_120m\_ArcoT.mxi

File stampa massimi scorrimenti . . . . . =

File stampa Sollecitazioni Giunti . . . . . =

File stampa Pesi conc. . . . . = VI21\_120m\_ArcoT.weg

DATI GENERALI

Numero delle travi resistenti . . . . . = 1

Trasformazione della torsione in tagli (S/N) . . = S

Distanza tra le travi esterne (cm) . . . . . = 280

Larghezza impalcato . . . . . = 1370

Numero travi principali . . . . . = 4

Verifiche per: V2-M33 o V3-M22 (1/2) . . . . . = 2

Fy acciaio . . . . . ="S355dm08"

Rek [MPa] . . . . . = 37

Fy armatura [MPa] . . . . . = 450

Coefficiente sicurezza Gamma (acciaio) resistenza = 1.05

Coefficiente sicurezza Gamma (acciaio) instabilità= 1.10

Coefficiente di sicurezza Gamma (cls) . . . . . = 2.1261517

Coefficiente di sicurezza Gamma (armatura) . . . = 1.15

Coefficiente di sicurezza NI (instabilità) . . . = 1

E modulo elasticità [mpa] . . . . . = 210000

G modulo elasticità tangenziale [mpa] . . . . . = 80000

Calcolo automatico N omogeneizzazione (S/N) . . . = N

Inviluppo separato ritiro/termica (S/N) . . . . = Tutti

COEFFICIENTI SPECIFICI Fase1

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	99 di 219

Tipo fase ..... = 1

COEFFICIENTI SPECIFICI Fase2

Tipo fase ..... = 2

Coefficiente di omogeneizzazione ..... = 17.97

N... = 1.0

V2... = 1.0

M33... = 1.0

V3... = 1.0

M22... = 1.0

T... = 1.0

COEFFICIENTI SPECIFICI Fase3

Tipo fase ..... = 3

Coefficiente di omogeneizzazione ..... = 6.36

N... = 1.0

V2... = 1.0

M33... = 1.0

V3... = 1.0

M22... = 1.0

T... = 1.0

COEFFICIENTI SPECIFICI Ritiro

Tipo fase ..... = 4

Coefficiente di omogeneizzazione ..... = 17.97

N... = 1.0

V2... = 1.0

M33... = 1.0

V3... = 1.0

M22... = 1.0

T... = 1.0

COEFFICIENTI SPECIFICI termica

Tipo fase ..... = 5

Coefficiente di omogeneizzazione ..... = 6.36

N... = 1.0

V2... = 1.0

M33... = 1.0

V3... = 1.0

M22... = 1.0

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	100 di 219

T... = 1.0

DICHIARAZIONE DELLE SEZIONI

DEFINIZIONE NOMINALE

SEZIONE NUMERO ..... = Arco3

Htot ..... = 250

Piattabanda superiore. ... = 130,6

Anima implicita. .... = 4.0

Piattabanda inferiore. ... = 130,7

Delta sezione ..... = 0

SEZIONE NUMERO ..... = Arco4

Htot ..... = 217

Piattabanda superiore. ... = 130,6

Anima implicita. .... = 4.0

Piattabanda inferiore. ... = 130,7

Delta sezione ..... = 0

SEZIONE NUMERO ..... = Arco5

Htot ..... = 209

Piattabanda superiore. ... = 130,6

Anima implicita. .... = 4.0

Piattabanda inferiore. ... = 130,7

Delta sezione ..... = 0

SEZIONE NUMERO ..... = Arco6

Htot ..... = 200

Piattabanda superiore. ... = 130,6

Anima implicita. .... = 4.0

Piattabanda inferiore. ... = 130,7

Delta sezione ..... = 0

DICHIARAZIONE DELLE ASTE

3624 3624 Arco3

3625 3625 Arco3

3626 3626 Arco3

3627 3627 Arco3

3628 3628 Arco3

3629 3629 Arco3

3630 3630 Arco3

3631 3631 Arco3

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	101 di 219

3632 3632 Arco4

3633 3633 Arco4

3634 3634 Arco4

3635 3635 Arco4

3636 3636 Arco4

3637 3637 Arco4

3638 3638 Arco5

3639 3639 Arco5

3640 3640 Arco5

3641 3641 Arco5

3642 3642 Arco5

3643 3643 Arco5

3644 3644 Arco6

3645 3645 Arco6

3646 3646 Arco6

3647 3647 Arco6

3648 3648 Arco6

3649 3649 Arco6

3650 3650 Arco5

3651 3651 Arco5

3652 3652 Arco5

3653 3653 Arco5

3654 3654 Arco5

3655 3655 Arco5

3656 3656 Arco4

36573657 Arco4

3658 3658 Arco4

3659 3659 Arco4

3660 3660 Arco4

3661 3661 Arco4

3662 3662 Arco3

3663 3663 Arco3

3664 3664 Arco3

3665 3665 Arco3

3666 3666 Arco3

3667 3667 Arco3

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	102 di 219

3668 3668 Arco3

3669 3669 Arco3

**NODI NON IRRIGIDITI**

3621

3622

3624

3626

3628

3630

3632

3634

3636

3638

3640

3642

3644

3646

3648

3650

3652

3654

3656

3658

3660

3662

3664

3666

3668

3670

3672

3673

**PANNELLI IRRIGIDITI LONGITUDINALMENTE ASSOLUTO IN VERTICALE**

3617 3619 2 202.5

3620 3626 2 172.5

3627 3632 2 125.0

3633 3638 2 108.5

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	103 di 219

3639 3644 2 105.0

3645 3648 2 100.0

3649 3654 2 105.0

3655 3660 2 108.5

3661 3666 2 125.0

3667 3673 2 172.5

3674 3676 2 202.5

GIUNTI

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	104 di 219

### 11.2.2 File VI21\_120m\_Arco.tem e VI21\_120m\_ArcoT.max

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più sollecitate per ogni tipologia di concio sopra definita. I file di riferimento sono VI21\_120m\_Arco.tem per le sezioni a cassone e VI21\_120m\_ArcoT.max per le sezioni a doppio T.

SEZIONE :Arco1

Aste :3617 3618 3619 3620 3673 3674 3675 3676

Elemento Generico 1 : base= 40 mm , altezza= 3320 mm , xG= -630 mm , yG= 0 mm

Asta 3673 asc x= 219.00 X= -61.00 Y= 0.00 SigmaMax = 3.22 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3620 asc x= 0.00 X= -65.00 Y= 332.00 SigmaMin = -23.98 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3617 asc x= 0.00 X= -65.00 Y= 332.00 TauTot = 0.82 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3620 asc x= 0.00 X= -65.00 Y= 332.00 SigmaID = 23.99 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3617 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 1.96 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR3TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Elemento Generico 2 : base= 1220 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= 1640 mm

Asta 3620 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 0.00 SigmaMax = 6.43 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3673 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 0.00 SigmaMin = -9.82 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3620 asc x= 219.00 X= -61.00 Y= 4.00 TauTot = 2.17 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3673 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 0.00 SigmaID = 10.46 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3617 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 3.22 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR3V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	105 di 219

Elemento Generico 3 : base= 40 mm , altezza= 3320 mm , xG= 630 mm , yG= 0 mm

Asta 3620 asc x= 0.00 X= 65.00 Y= 0.00 SigmaMax = 6.57 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3620 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 332.00 SigmaMin = -20.59 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR3M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3617 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 332.00 TauTot = 0.82 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3620 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 332.00 SigmaID = 20.60 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR3M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3617 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 1.96 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR3TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Elemento Generico 4 : base= 1220 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= -1640 mm

Asta 3617 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 332.00 SigmaMax = -0.21 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR3V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3620 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 332.00 SigmaMin = -23.87 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3620 asc x= 219.00 X= -61.00 Y= 332.00 TauTot = 2.17 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3620 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 332.00 SigmaID = 24.12 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3617 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 3.22 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR3V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	106 di 219

SEZIONE :Arco2

Aste :3621 3622 3623 3670 3671 3672

Elemento Generico 1 : base= 40 mm , altezza= 2860 mm , xG= -630 mm , yG= 0 mm

Asta 3672 asc x= 266.20 X= -61.00 Y= 0.00 SigmaMax = 2.04 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1TAr:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3621 asc x= 0.00 X= -65.00 Y= 286.00 SigmaMin = -24.40 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3623 asc x= 0.00 X= -65.00 Y= 286.00 TauTot = 0.59 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3621 asc x= 0.00 X= -65.00 Y= 286.00 SigmaID = 24.42 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3621 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 1.08 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Elemento Generico 2 : base= 1220 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= 1410 mm

Asta 3672 asc x= 266.20 X= 61.00 Y= 0.00 SigmaMax = 5.23 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1TAr:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3623 asc x= 252.00 X= -61.00 Y= 0.00 SigmaMin = -21.70 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3621 asc x= 266.20 X= -61.00 Y= 4.00 TauTot = 2.06 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3623 asc x= 252.00 X= -61.00 Y= 0.00 SigmaID = 21.79 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3621 asc x= 266.20 Tau Med Tot = 2.12 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR3V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	107 di 219

Elemento Generico 3 : base= 40 mm , altezza= 2860 mm , xG= 630 mm , yG= 0 mm

Asta 3672 asc x= 266.20 X= 65.00 Y= 0.00 SigmaMax = 5.33 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1TAr:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3623 asc x= 252.00 X= 61.00 Y= 0.00 SigmaMin = -20.68 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3623 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 286.00 TauTot = 0.59 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3623 asc x= 252.00 X= 61.00 Y= 0.00 SigmaID = 20.68 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3621 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 1.08 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Elemento Generico 4 : base= 1220 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= -1410 mm

Asta 3623 asc x= 252.00 X= 61.00 Y= 286.00 SigmaMax = 1.51 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR3M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3621 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 286.00 SigmaMin = -24.26 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3621 asc x= 266.20 X= -61.00 Y= 286.00 TauTot = 2.06 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3621 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 286.00 SigmaID = 24.47 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3621 asc x= 266.20 Tau Med Tot = 2.12 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR3V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	108 di 219

SEZIONE :Arco3

Aste :3624 3625 3626 3627 3628 3629 3630 3631 3662 3663 3664 3665 3666 3667 3668 3669

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 3628 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 1.91 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3628 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 1.30 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3630 asc x= 221.30 Sigma Sup Min = -14.19 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3630 asc x= 221.30 Sigma Inf Min = -13.93 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Anima : base= 40 mm , altezza= 2370 mm

Asta 3628 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 1.30 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3630 asc x= 221.30 Sigma Inf Max = -2.36 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR3TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3630 asc x= 221.30 Sigma Sup Min = -13.93 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3626 asc x= 118.05 Sigma Inf Min = -24.55 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3663 asc x= 221.30 Tau Sup Max = 1.36 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3663 asc x= 221.30 Tau Inf Max = 1.44 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3630 asc x= 221.30 Sigma Id. Sup = 13.96 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3625 asc x= 240.80 Sigma Id. Inf = 24.60 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3663 asc x= 221.30 Tau Med = 1.70 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 70 mm

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	109 di 219

Asta 3630 asc x= 221.30 Sigma Sup Max = -2.36 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR3TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3630 asc x= 221.30 Sigma Inf Max = -2.07 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR3TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3626 asc x= 118.05 Sigma Sup Min = -24.55 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3626 asc x= 118.05 Sigma Inf Min = -25.30 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	110 di 219

SEZIONE :Arco4

Aste :3632 3633 3634 3635 3636 3637 3656 3657 3658 3659 3660 3661

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 3632 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 1.81 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3633 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 1.24 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3657 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -19.40 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3657 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -18.94 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Anima : base= 40 mm , altezza= 2040 mm

Asta 3633 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 1.24 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3636 asc x= 207.90 Sigma Inf Max = -0.77 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3657 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -18.94 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3632 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -23.08 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3634 asc x= 0.00 Tau Sup Max = 1.85 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3634 asc x= 0.00 Tau Inf Max = 1.95 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3657 asc x= 0.00 Sigma Id. Sup = 19.00 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3632 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 23.25 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3634 asc x= 0.00 Tau Med = 2.26 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 70 mm

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	111 di 219

Asta 3636 asc x= 207.90 Sigma Sup Max = -0.77 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-  
)

Asta 3636 asc x= 207.90 Sigma Inf Max = -0.25 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1TAr :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-  
)

Asta 3632 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -23.08 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-  
)

Asta 3632 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -23.88 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-  
)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	112 di 219

SEZIONE :Arco5

Aste :3638 3639 3640 3641 3642 3643 3650 3651 3652 3653 3654 3655

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 3655 asc x= 205.10 Sigma Sup Max = -2.49 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3655 asc x= 205.10 Sigma Inf Max = -2.81 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3655 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -20.18 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3655 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -19.67 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Anima : base= 40 mm , altezza= 1960 mm

Asta 3655 asc x= 205.10 Sigma Sup Max = -2.81 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3639 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = -1.07 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3655 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -19.67 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3638 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -14.34 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3638 asc x= 0.00 Tau Sup Max = 1.83 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3638 asc x= 0.00 Tau Inf Max = 1.92 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3655 asc x= 0.00 Sigma Id. Sup = 19.73 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3638 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 14.73 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3638 asc x= 0.00 Tau Med = 2.22 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 70 mm

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	113 di 219

Asta 3639 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = -1.07 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3639 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = -0.59 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3638 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -14.34 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3638 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -14.55 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	114 di 219

SEZIONE :Arco6

Aste :3644 3645 3646 3647 3648 3649

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 3649 asc x= 200.40 Sigma Sup Max = -7.20 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3649 asc x= 200.40 Sigma Inf Max = -7.21 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3646 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -19.98 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3646 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = -19.52 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Anima : base= 40 mm , altezza= 1870 mm

Asta 3649 asc x= 200.40 Sigma Sup Max = -7.21 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3649 asc x= 200.40 Sigma Inf Max = -2.87 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3646 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -19.52 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3649 asc x= 200.40 Sigma Inf Min = -8.64 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3644 asc x= 0.00 Tau Sup Max = 1.55 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3644 asc x= 0.00 Tau Inf Max = 1.63 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 3646 asc x= 200.00 Sigma Id. Sup = 19.54 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3649 asc x= 200.40 Sigma Id. Inf = 9.07 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 3644 asc x= 0.00 Tau Med = 1.87 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 70 mm

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	115 di 219

Asta 3649 asc x= 200.40 Sigma Sup Max = -2.87 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3649 asc x= 200.40 Sigma Inf Max = -2.48 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3649 asc x= 200.40 Sigma Sup Min = -8.64 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3649 asc x= 200.40 Sigma Inf Min = -8.47 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	116 di 219

### 11.3 Verifiche di resistenza arco – combinazione eccezionale

Si riportano le verifiche di resistenza calcolate in questo caso con la combinazione eccezionale della rottura dei pendini. Il procedimento di verifica è analogo alle verifiche condotte per la combinazione SLU.

Gli involuppi analizzati per le verifiche sono i seguenti:

N\_rp\_Ar.inv,M2\_rp\_Ar.inv,V3\_rp\_Ar.inv,M3\_rp\_Ar.inv,V2\_rp\_Ar.inv,T\_rp\_Ar.inv

SEZIONE :Arco1

Aste :3017 3018 3019 3020 3073 3074 3075 3076

Elemento Generico 1 : base= 40 mm , altezza= 3320 mm , xG= -630 mm , yG= 0 mm

Asta 3073 asc x= 219.00 X= -65.00 Y= 0.00 SigmaMax = 1.91 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :T\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 3073 asc x= 219.00 X= -61.00 Y= 332.00 SigmaMin = -12.27 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 3018 asc x= 0.00 X= -65.00 Y= 332.00 TauTot = 0.49 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :V2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3073 asc x= 219.00 X= -61.00 Y= 332.00 SigmaID = 12.27 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 3018 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 0.73 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :V2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Elemento Generico 2 : base= 1220 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= 1640 mm

Asta 3073 asc x= 219.00 X= -61.00 Y= 0.00 SigmaMax = 1.86 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :T\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 3020 asc x= 219.00 X= 61.00 Y= 0.00 SigmaMin = -7.65 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3017 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 4.00 TauTot = 1.45 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3020 asc x= 219.00 X= 61.00 Y= 0.00 SigmaID = 7.95 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3017 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 1.69 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	117 di 219

Elemento Generico 3 : base= 40 mm , altezza= 3320 mm , xG= 630 mm , yG= 0 mm

Asta 3073 asc x= 219.00 X= 61.00 Y= 0.00 SigmaMax = 0.30 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :T\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 3073 asc x= 219.00 X= 65.00 Y= 332.00 SigmaMin = -13.90 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 3018 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 332.00 TauTot = 0.49 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3073 asc x= 219.00 X= 65.00 Y= 332.00 SigmaID = 13.90 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 3018 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 0.73 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Elemento Generico 4 : base= 1220 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= -1640 mm

Asta 3017 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 332.00 SigmaMax = -1.09 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3073 asc x= 219.00 X= 61.00 Y= 332.00 SigmaMin = -13.85 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 3017 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 332.00 TauTot = 1.45 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3073 asc x= 219.00 X= 61.00 Y= 332.00 SigmaID = 13.99 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 3017 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 1.69 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	118 di 219

SEZIONE :Arco2

Aste :3021 3022 3023 3024 3025 3068 3069 3070 3071 3072

Elemento Generico 1 : base= 40 mm , altezza= 2860 mm , xG= -630 mm , yG= 0 mm

Asta 3068 asc x= 0.00 X= -65.00 Y= 286.00 SigmaMax = 2.31 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3069 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 0.00 SigmaMin = -14.57 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3024 asc x= 0.00 X= -65.00 Y= 286.00 TauTot = 0.55 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3069 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 0.00 SigmaID = 14.58 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3024 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 0.62 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Elemento Generico 2 : base= 1220 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= 1410 mm

Asta 3072 asc x= 266.20 X= -61.00 Y= 0.00 SigmaMax = 0.53 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 3068 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 0.00 SigmaMin = -15.51 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3072 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 4.00 TauTot = 1.28 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3068 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 0.00 SigmaID = 15.52 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 3072 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 1.34 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	119 di 219

Elemento Generico 3 : base= 40 mm , altezza= 2860 mm , xG= 630 mm , yG= 0 mm

Asta 3068 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 286.00 SigmaMax = 1.29 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3068 asc x= 0.00 X= 65.00 Y= 0.00 SigmaMin = -15.54 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3024 asc x= 0.00 X= 61.00 Y= 286.00 TauTot = 0.55 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3068 asc x= 0.00 X= 65.00 Y= 0.00 SigmaID = 15.55 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3024 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 0.62 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Elemento Generico 4 : base= 1220 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= -1410 mm

Asta 3068 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 286.00 SigmaMax = 2.28 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3072 asc x= 266.20 X= 61.00 Y= 286.00 SigmaMin = -13.51 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3072 asc x= 0.00 X= -61.00 Y= 286.00 TauTot = 1.28 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3072 asc x= 266.20 X= 61.00 Y= 286.00 SigmaID = 13.62 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 3072 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 1.34 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	120 di 219

Aste :3026 3027 3028 3029 3030 3031 3062 3063 3064 3065 3066 3067

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 3066 asc x= 231.80 Sigma Sup Max = 1.01 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3066 asc x= 231.80 Sigma Inf Max = 0.60 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3031 asc x= 218.40 Sigma Sup Min = -13.50 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3031 asc x= 218.40 Sigma Inf Min = -13.20 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Anima : base= 40 mm , altezza= 2370 mm

Asta 3066 asc x= 231.80 Sigma Sup Max = 0.60 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3031 asc x= 218.40 Sigma Inf Max = -1.62 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3031 asc x= 218.40 Sigma Sup Min = -13.20 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3067 asc x= 236.10 Sigma Inf Min = -16.04 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3030 asc x= 0.00 Tau Sup Max = 1.34 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3030 asc x= 0.00 Tau Inf Max = 1.41 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3031 asc x= 218.40 Sigma Id. Sup = 13.24 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3067 asc x= 236.10 Sigma Id. Inf = 16.04 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3030 asc x= 0.00 Tau Med = 1.66 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 70 mm

Asta 3031 asc x= 218.40 Sigma Sup Max = -1.62 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3031 asc x= 218.40 Sigma Inf Max = -1.28 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 3067 asc x= 236.10 Sigma Sup Min = -16.04 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 3067 asc x= 236.10 Sigma Inf Min = -16.53 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

SEZIONE :Arco4

Aste :3032 3033 3034 3035 3036 3037 3056 3057 3058 3059 3060 3061

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	121 di 219

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 3061 asc x= 215.90 Sigma Sup Max = -0.49 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)  
 Asta 3061 asc x= 215.90 Sigma Inf Max = -0.88 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)  
 Asta 3034 asc x= 211.40 Sigma Sup Min = -17.08 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)
   
Asta 3034 asc x= 211.40 Sigma Inf Min = -16.56 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Anima : base= 40 mm , altezza= 2040 mm

Asta 3061 asc x= 215.90 Sigma Sup Max = -0.88 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)  
 Asta 3035 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 1.24 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)
   
Asta 3034 asc x= 211.40 Sigma Sup Min = -16.56 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)
   
Asta 3061 asc x= 215.90 Sigma Inf Min = -14.21 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)
   
  
 Asta 3037 asc x= 206.40 Tau Sup Max = 2.06 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)
   
Asta 3037 asc x= 206.40 Tau Inf Max = 2.17 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)
   
  
 Asta 3034 asc x= 211.40 Sigma Id. Sup = 16.60 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)
   
Asta 3061 asc x= 215.90 Sigma Id. Inf = 14.39 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)
   
  
 Asta 3037 asc x= 206.40 Tau Med = 2.51 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 70 mm

Asta 3035 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 1.24 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)
   
Asta 3035 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 1.84 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)
   
Asta 3061 asc x= 215.90 Sigma Sup Min = -14.21 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)
   
Asta 3061 asc x= 215.90 Sigma Inf Min = -14.66 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

SEZIONE :Arco5

Aste :3038 3039 3040 3041 3042 3043 3050 3051 3052 3053 3054 3055

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	122 di 219

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 3042 asc x= 201.40 Sigma Sup Max = 3.64 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)  
 Asta 3042 asc x= 201.40 Sigma Inf Max = 3.07 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)  
 Asta 3053 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -17.41 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)  
 Asta 3053 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -16.85 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Anima : base= 40 mm , altezza= 1960 mm

Asta 3042 asc x= 201.40 Sigma Sup Max = 3.07 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)  
 Asta 3052 asc x= 202.10 Sigma Inf Max = 1.28 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)  
 Asta 3053 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -16.85 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)  
 Asta 3042 asc x= 201.40 Sigma Inf Min = -15.88 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)  
 Asta 3039 asc x= 203.90 Tau Sup Max = 4.20 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)  
 Asta 3039 asc x= 203.90 Tau Inf Max = 4.41 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)  
 Asta 3053 asc x= 0.00 Sigma Id. Sup = 16.88 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)  
 Asta 3043 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 16.16 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)  
 Asta 3039 asc x= 203.90 Tau Med = 5.10 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 70 mm

Asta 3052 asc x= 202.10 Sigma Sup Max = 1.28 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)  
 Asta 3052 asc x= 202.10 Sigma Inf Max = 1.92 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)  
 Asta 3042 asc x= 201.40 Sigma Sup Min = -15.88 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)  
 Asta 3043 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -16.55 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

SEZIONE :Arco6

Aste :3044 3045 3046 3047 3048 3049

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	123 di 219

Asta 3044 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 2.29 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)  
 Asta 3044 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 1.76 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)  
 Asta 3049 asc x= 100.20 Sigma Sup Min = -16.65 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)  
 Asta 3049 asc x= 100.20 Sigma Inf Min = -16.16 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Anima : base= 40 mm , altezza= 1870 mm

Asta 3044 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 1.76 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)  
 Asta 3049 asc x= 200.40 Sigma Inf Max = 0.32 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)  
 Asta 3049 asc x= 100.20 Sigma Sup Min = -16.16 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)  
 Asta 3044 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -14.87 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)  
 Asta 3046 asc x= 0.00 Tau Sup Max = 4.77 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)  
 Asta 3046 asc x= 0.00 Tau Inf Max = 5.01 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)  
 Asta 3048 asc x= 200.20 Sigma Id. Sup = 16.42 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)  
 Asta 3044 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 15.36 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)  
 Asta 3046 asc x= 0.00 Tau Med = 5.76 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 70 mm

Asta 3049 asc x= 200.40 Sigma Sup Max = 0.32 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)  
 Asta 3049 asc x= 200.40 Sigma Inf Max = 0.92 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)  
 Asta 3044 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -14.87 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)  
 Asta 3044 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -15.49 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	124 di 219

## 11.4 Verifica imbozzamento arco – combinazione SLU

SEZIONE :Arco3

Aste :3624 3625 3626 3627 3628 3629 3630 3631 3662 3663 3664 3665 3666 3667 3668 3669

Min Beta/BetaMin= 1.31 nell'Asta: 3625 3626 nel sottopannello n°2 (di 2); GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

SEZIONE :Arco4

Aste :3632 3633 3634 3635 3636 3637 3656 3657 3658 3659 3660 3661

Min Beta/BetaMin= 1.37 nell'Asta: 3631 3632 nel sottopannello n°2 (di 2); GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

SEZIONE :Arco5

Aste :3638 3639 3640 3641 3642 3643 3650 3651 3652 3653 3654 3655

Min Beta/BetaMin= 1.64 nell'Asta: 3655 3656 nel sottopannello n°1 (di 2); GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

SEZIONE :Arco6

Aste :3644 3645 3646 3647 3648 3649

Min Beta/BetaMin= 1.65 nell'Asta: 3645 3646 nel sottopannello n°1 (di 2); GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Di seguito si riporta solamente la verifica estesa per la sezione più sollecitata (tipo sezione: Arco 3), questo per non appesantire la trattazione.

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	125 di 219

=====

VERIFICA IMBOZZAMENTO - norme CNR 10011/88; Pannello 3623 3624

=====

GEOMETRIA DELLA TRAVE

-----

Altezza anima trave	=	333.0 cm
Interasse irrigidimenti trasversali	=	498.1 cm
Spessore	=	4 cm
Coefficiente alpha complessivo	=	1.50
Acciaio S355dm08: fy	=	35.5 kN/cm <sup>2</sup>
Gamma, coefficiente di sicurezza	=	1.10
Numero di pannelli sull'altezza della trave	=	2

GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| MASSIMI

STATO TENSIONALE ( compressione < 0) [soluzione puramente elastica]

-----

...Estremo sinistro...		
Tensione normale estremo superiore anima	=	-11.13 kN/cm <sup>2</sup>
Tensione normale estremo inferiore anima	=	-3.49 kN/cm <sup>2</sup>
Tensione tangenziale media	=	0.98 kN/cm <sup>2</sup>
...Estremo destro...		
Tensione normale estremo superiore anima	=	-12.32 kN/cm <sup>2</sup>
Tensione normale estremo inferiore anima	=	-3.25 kN/cm <sup>2</sup>
Tensione tangenziale media	=	0.44 kN/cm <sup>2</sup>

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	126 di 219

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO

...Sottopannello 1

Altezza anima sottopannello = 166.5 cm

Tensioni di verifica:  $\sigma = -12.70$        $\tau = 0.89$

Parametri:  $\alpha = 2.99$        $\psi = 0.46$

Coefficienti di imbozzamento:  $K\sigma = 5.40$        $K\tau = 5.79$

Tensioni id. di imbozzamento:  $\sigma_{cr} = 58.05$        $\tau_{cr} = 62.19$

Tensione id. di confronto:  $\sigma_{cr,id} = 31.27$

Coeff. riduttivi tensione di confronto  $\mu = 1.00$        $\beta = 0.92$

Condizione di verifica:  $\frac{\sigma_{cr,id}}{\beta\sqrt{(\sigma^2 + 3\tau^2)}} = 2.65 \geq 1.00$

Pannello Verificato ( $\beta/\beta_{min} = 2.65$ )

□

...Sottopannello 2

Altezza anima sottopannello = 166.5 cm

Tensioni di verifica:  $\sigma = -7.08$        $\tau = 0.89$

Parametri:  $\alpha = 2.99$        $\psi = 0.49$

Coefficienti di imbozzamento:  $K\sigma = 5.29$        $K\tau = 5.79$

Tensioni id. di imbozzamento:  $\sigma_{cr} = 56.87$        $\tau_{cr} = 62.19$

Tensione id. di confronto:  $\sigma_{cr,id} = 31.24$

Coeff. riduttivi tensione di confronto  $\mu = 1.00$        $\beta = 0.92$

Condizione di verifica:  $\frac{\sigma_{cr,id}}{\beta\sqrt{(\sigma^2 + 3\tau^2)}} = 4.67 \geq 1.00$

Pannello Verificato ( $\beta/\beta_{min} = 4.67$ )

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	127 di 219

GR1M2Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| MINIMI

STATO TENSIONALE ( compressione < 0) [soluzione puramente elastica]

...Estremo sinistro...

Tensione normale estremo superiore anima	=	-4.97 kN/cm <sup>2</sup>
Tensione normale estremo inferiore anima	=	-15.31 kN/cm <sup>2</sup>
Tensione tangenziale media	=	1.57 kN/cm <sup>2</sup>

...Estremo destro...

Tensione normale estremo superiore anima	=	-0.86 kN/cm <sup>2</sup>
Tensione normale estremo inferiore anima	=	-24.30 kN/cm <sup>2</sup>
Tensione tangenziale media	=	1.52 kN/cm <sup>2</sup>

☐ VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO

...Sottopannello 1

Altezza anima sottopannello = 166.5 cm

Tensioni di verifica:  $\sigma = -16.13$        $\tau = 1.83$

Parametri:  $\alpha = 2.99$        $\psi = 0.10$

Coefficienti di imbozzamento:  $K\sigma = 7.02$        $K\tau = 5.79$

Tensioni id. di imbozzamento:  $\sigma_{cr} = 75.49$        $\tau_{cr} = 62.19$

Tensione id. di confronto:  $\sigma_{cr,id} = 31.68$

Coeff. riduttivi tensione di confronto  $\mu = 1.00$        $\beta = 0.91$

Condizione di verifica:  $\frac{\sigma_{cr,id}}{\beta \sqrt{(\sigma^2 + 3\tau^2)}} = 2.13 \geq 1.00$

Pannello Verificato ( $\beta/\beta_{min} = 2.13$ )

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	128 di 219

Pannello Verificato (β/β min = 2.13)

...Sottopannello 2

Altezza anima sottopannello = 166.5 cm

Tensioni di verifica:  $\sigma = -22.80$   $\tau = 1.83$

Parametri:  $\alpha = 2.99$   $\psi = 0.71$

Coefficienti di imbozzamento:  $K\sigma = 4.65$   $K\tau = 5.79$

Tensioni id. di imbozzamento:  $\sigma_{cr} = 49.95$   $\tau_{cr} = 62.19$

Tensione id. di confronto:  $\sigma_{cr,id} = 30.91$

Coeff. riduttivi tensione di confronto  $\mu = 1.00$   $\beta = 0.91$

Condizione di verifica:  $\frac{\sigma_{cr,id}}{\beta \sqrt{(\sigma^2 + 3\tau^2)}} = 1.48 \geq 1.00$

Pannello Verificato (β/β min = 1.48)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	129 di 219

### 11.5 Verifica imbozzamento arco – combinazione eccezionale

Si riportano le verifiche di imbozzamento calcolate in questo caso con la combinazione eccezionale della rottura dei pendini. Il procedimento di verifica è analogo alle verifiche condotte per la combinazione SLU.

SEZIONE :Arco3

Aste :3026 3027 3028 3029 3030 3031 3062 3063 3064 3065 3066 3067

Min Beta/BetaMin= 2.04 nell'Asta: 3065 3066 nel sottopannello n°2 (di 2); M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

SEZIONE :Arco4

Aste :3032 3033 3034 3035 3036 3037 3056 3057 3058 3059 3060 3061

Min Beta/BetaMin= 1.94 nell'Asta: 3033 3034 nel sottopannello n°1 (di 2); M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

SEZIONE :Arco5

Aste :3038 3039 3040 3041 3042 3043 3050 3051 3052 3053 3054 3055

Min Beta/BetaMin= 1.91 nell'Asta: 3053 3054 nel sottopannello n°1 (di 2); M2\_rp\_Ar:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

SEZIONE :Arco6

Aste :3044 3045 3046 3047 3048 3049

Min Beta/BetaMin= 1.93 nell'Asta: 3049 3050 nel sottopannello n°1 (di 2); T\_rp\_Ar :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

## 11.6 Verifiche di stabilità globale dell'arco

Si riporta nel seguito la procedura e il dettaglio dei risultati delle verifiche di stabilità degli archi. Tali verifiche risultano dimensionanti sia per le sezioni degli archi che per quelle degli elementi trasversali che li collegano.

### 11.6.1 Formula di verifica a pressoflessione

Le verifiche vengono condotte in accordo con quanto prescritto dal nuovo DM 2018 e relativa Circolare Applicativa riguardo la stabilità delle membrature inflesse e compresse.

Il metodo utilizzato è quello denominato dalla normativa METODO A.

Nel caso di aste prismatiche soggette a compressione  $N_{ed}$  e a momenti flettenti  $M_{y,ed}$  e  $M_{x,ed}$  agenti nei due piani principali di inerzia, in presenza di possibili fenomeni di instabilità flesso-torsionale, si deve controllare che risulti:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{x_{eq,Ed}} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot f_{yk} \cdot W_x \cdot \left(1 - \frac{N_{ed}}{N_{cr,x}}\right)} + \frac{M_{y_{eq,Ed}} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{ed}}{N_{cr,y}}\right)} \leq 1$$

dove:

$\chi_{min}$  è il minimo fattore X relativo all'inflessione intorno agli assi principali di inerzia;

$W_x$  e  $W_y$  sono i moduli resistenti relativi agli assi principali di inerzia, calcolati con riferimento alla resistenza elastica o plastica della sezione in funzione della classe di appartenenza della stessa;

$N_{cr,x}$  e  $N_{cr,y}$  sono i carichi critici euleriani relativi all'inflessione intorno agli assi principali di inerzia;

$M_{y,ed}$  e  $M_{x,ed}$  sono i valori equivalenti dei momenti flettenti da considerare nella verifica;

$f_{yk}$  è la resistenza limite della sezione;

$\chi_{LT}$  è il fattore di riduzione per instabilità flesso-torsionale;

$\gamma_{M1} = 1.1$  è il coefficiente di sicurezza per le verifiche di stabilità.

*Calcolo del  $X_{min}$*

Si calcolano separatamente i fattori  $X$  relativi ai due piani principali di inerzia nel modo seguente :

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

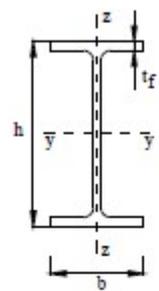
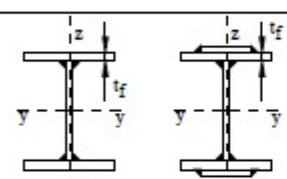
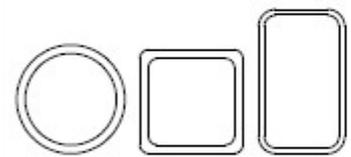
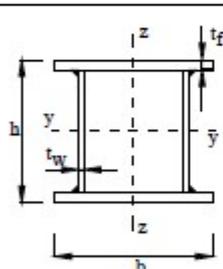
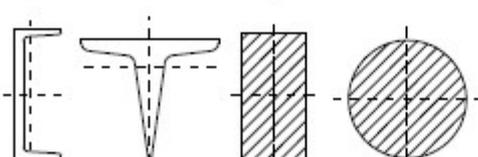
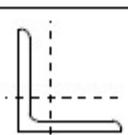
snellezza adimensionale

NB:  $N_{cr}$  è il carico critico euleriano che si valuta in base all'elemento considerato. Il calcolo per archi controventati e viene esplicitato nel dettaglio nella sezione dedicata alla stabilità dell'arco.

$$\phi = 0.5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$$

$\alpha$  fattore di imperfezione ricavato dalla tab. 4.2.VI, riportata nella figura seguente:

Tabella 4.2.VI Curve d'instabilità per varie tipologie di sezioni e classi d'acciaio, per elementi compressi.

Sezione trasversale	Limiti	Inflexione intorno all'asse	Curva di instabilità		
			S235, S275, S355, S420	S460	
Sezioni laminare 	$h/b > 1,2$	y-y z-z	$t_f \leq 40$ mm	a b	a <sub>0</sub> a <sub>0</sub>
			$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$ mm	b c	a a
	$h/b \leq 1,2$	y-y z-z	$t_f \leq 100$ mm	b c	a a
			$t_f > 100$ mm	d d	c c
Sezioni ad I saldate 	$t_f \leq 40$ mm	y-y z-z	b c	b c	
	$t_f > 40$ mm	y-y z-z	c d	c d	
Sezioni cave 	Sezione formata "a caldo"	qualunque	a	a <sub>0</sub>	
	Sezione formata "a freddo"	qualunque	c	c	
Sezioni scatolari saldate 	In generale	qualunque	b	b	
	saldature "spesse": $a > 0.5t_f$ $b/t_f < 30$ ; $h/t_w < 30$	qualunque	c	c	
Sezioni piene, ad U e T 		qualunque	c	c	
Sezioni ad L 		qualunque	b	b	
Curva di instabilità	a <sub>0</sub>	a	b	c	d
Fattore di imperfezione $\alpha$	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0$$

Una volta calcolati i fattori per instabilità nei due piani principali di inerzia  $X_y$  e  $X_x$  si valuta:

$$\chi_{min} = \min(\chi_x; \chi_y)$$

Calcolo del fattore di instabilità flessio-torsionale  $X_{LT}$

Il fenomeno è tipico di travi con sezione ad I o H soggette a flessione nel piano dell'anima, con la piattabanda compressa non sufficientemente vincolata lateralmente.

Il fattore  $X_{LT}$  è fornito dalla relazione:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{f} \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq \min \left( 1.0; \frac{1}{f \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2} \right)$$

dove:

$$\phi_{LT} = 0.5 \left[ 1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Il coefficiente di snellezza adimensionale è dato dalla formula:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_x f_{yk}}{M_{cr}}}$$

e rappresenta il rapporto tra la resistenza e la resistenza a instabilità flessio-torsionale della sezione. Dove:

- $M_{cr}$  è il momento critico elastico di instabilità torsionale calcolato considerando la sezione lorda del profilo e i ritegni torsionali nell'ipotesi di momento flettente uniforme.

- $\alpha_{LT}$ , fattore di imperfezione, è ottenuto dalla indicazioni riportate nella tabella 4.2.VII della normativa (tabella seguente);

**Tabella 4.2.VII** *Definizione delle curve d'instabilità per le varie tipologie di sezione e per gli elementi inflessi.*

Sezione trasversale	Limiti	Curva di instabilità da Tab. 4.2.VI
Sezione laminata ad I	$h/b \leq 2$	b
	$h/b > 2$	c
Sezione composta saldata	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d
Altre sezioni trasversale	-	d

$\bar{\lambda}_{LT,0}$  può essere in generale assunto pari a 0.2 e comunque mai superiore a 0.4 (valore consigliato per le sezioni laminate o composte saldate);

- $\beta$  può essere assunto pari a 1 e comunque mai inferiore a 0.75 (valore consigliato per sezioni laminate o composte saldate).

-f rappresenta la reale distribuzione del momento flettente tra i ritegni torsionali dell'elemento, ed è definito dalla formula:

$$f = 1 - 0.5(1 - k_c) \left[ 1 - 2.0(\bar{\lambda}_{LT} - 0.8)^2 \right] \leq 1.0$$

I valori del coefficiente correttivo  $k_c$  sono riportati nella tabella 4.2.VIII della normativa.

Un metodo per il calcolo del momento critico di instabilità torsionale è riportato nella circolare applicativa relativa al DM.

Come vedremo in seguito il coefficiente di snellezza adimensionale  $\bar{\lambda}_{LT}$  calcolato per sezioni a cassone chiuso, come quelle del caso in esame, rimane su valori inferiori al limite minimo di 0,4.

In questi casi il valore del fattore XLT rimane pari a 1, quindi non peggiora le condizioni di verifica.

### 11.6.2 Stabilità dell'arco

Per il calcolo delle normali critiche euleriane si fa riferimento all'EC3 part 2 "Steel Bridge" section D3 "Arch Bridge".

Per quanto riguarda la **stabilità nel piano**, il valore del carico critico euleriano è fornito dall'espressione:

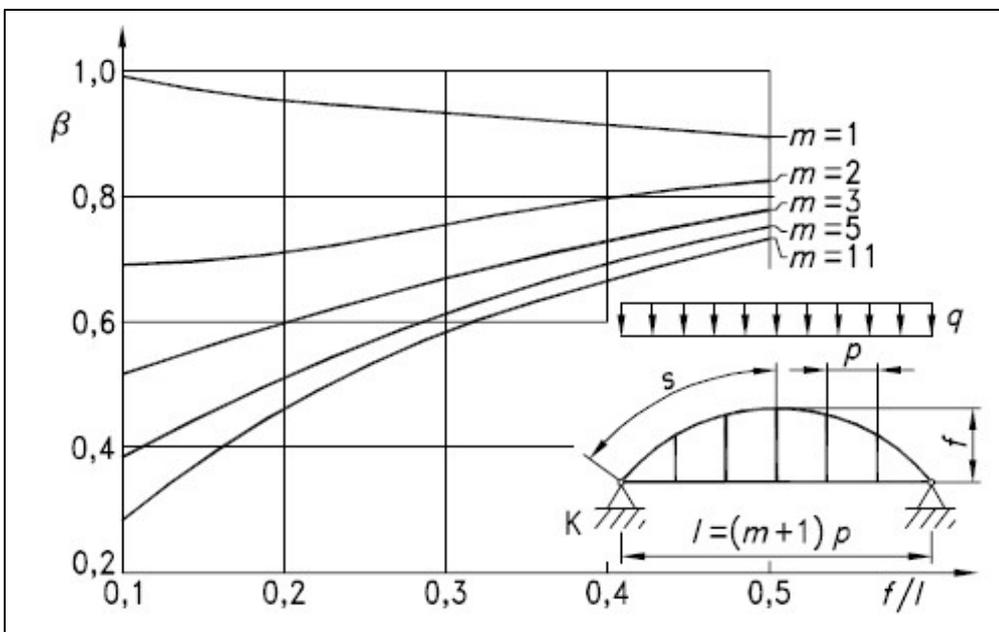
$$N_{cr,x} = \left( \frac{\pi}{\beta s} \right)^2 EI_x$$

dove:

$s$  è una lunghezza pari alla metà dello sviluppo dell'arco;

$EI_x$  è la rigidezza flessionale dell'arco nel piano;

$\beta$  è il coefficiente che fornisce la lunghezza libera di inflessione. Nel caso di sistema arco-catena con pendinatura la normativa fornisce la tabella riportata di seguito (Figura 6-49):



Al fine di prevenire il problema dello snap-trought tipico di elementi ad arco, deve essere verificata la seguente disuguaglianza:

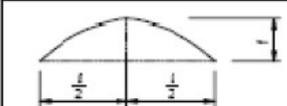
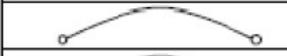
$$l \sqrt{\frac{EA}{12EI_x}} > k$$

dove:

A è l'area della sezione corrente;

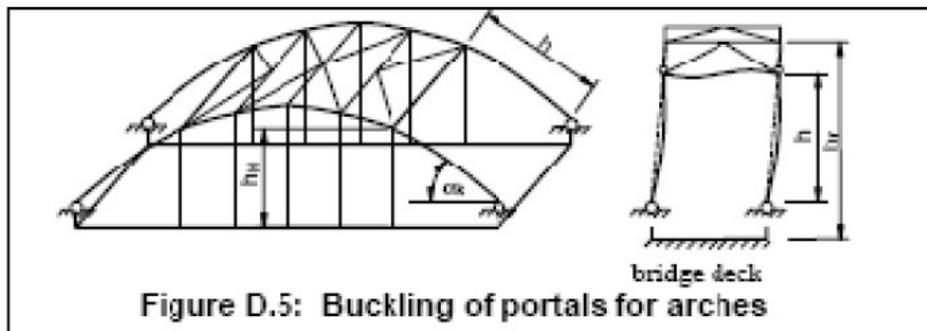
$I_x$  momento di inerzia riferito all'asse forte della sezione;

k è un fattore tabellato in funzione della luce dell'arco e della condizione di vincolo (tabella seguente)

	$h/l$	0,05	0,075	0,10	0,15	0,20
	K	35	23	17	10	8
		319	97	42	13	6

La stabilità fuori piano di archi con controventi e portale terminale può essere invece verificata attraverso un controllo di stabilità del portale terminale stesso in accordo con quanto prescritto dalla normativa nel paragrafo D.3.4.

Il fattore di lunghezza libera di inflessione  $\beta$  può essere dedotto dalla tabella D.1 utilizzando la geometria riportata in figura:



Il valore di  $h_r$  può essere calcolato come:

$$h_r = \frac{\text{media}(h_H)}{\sin \alpha_k}$$

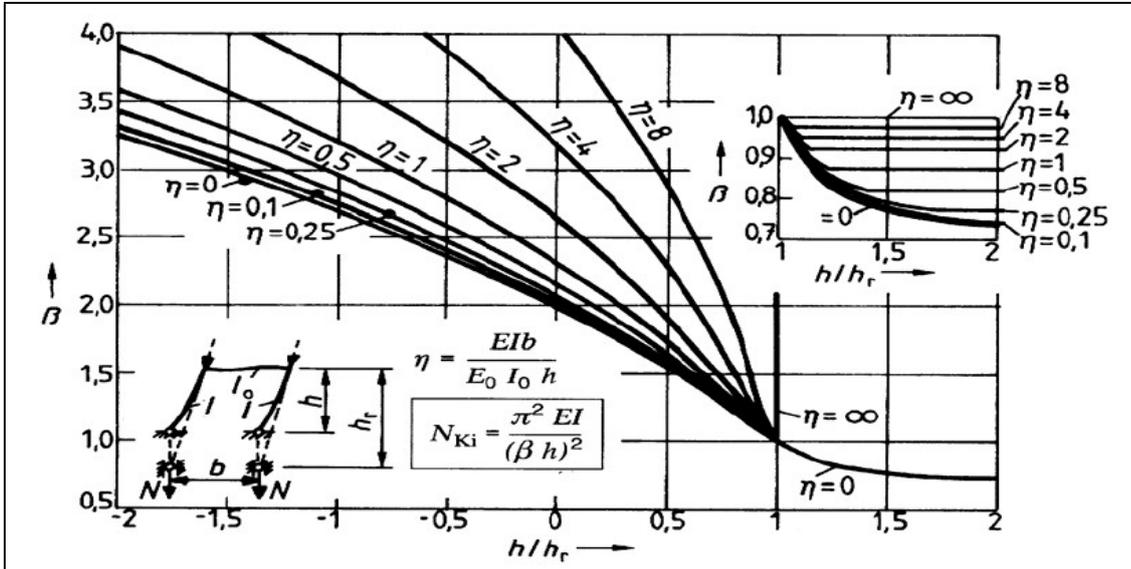
dove:

$h_H$  sono le altezze dei vari portali prese sulla verticale;

$\alpha_k$  è l'angolo di inclinazione dell'arco misurato sul giunto con la trave catena.

Nota la geometria, si entra nella tabella D.1, la quale fornisce i valori di  $\beta$  da utilizzare per il calcolo della normale critica euleriana per instabilità fuori piano.

Si fa riferimento alla condizione di incastri alla base del primo portale.



Il coefficiente  $\eta$  rappresenta il rapporto tra le rigidezze degli elementi costituenti il portale terminale dell'arco, ossia dell'arco stesso e del primo traverso di controvento.

$$\eta = \frac{EI_y b}{E_0 I_0 h}$$

dove:

$b$  è la larghezza del portale;

$h$  è altezza del portale stesso;

$I_y$  è l'inerzia fuori piano dell'arco costituente il primo portale.

$I_0$  è l'inerzia laterale del traverso di controvento costituente il primo portale

E' in questa fase che entra in gioco la sezione del traverso dell'arco. Dalla rigidezza del traverso dipende direttamente il grado di incastro, e quindi la luce libera di inflessione, degli archi nel primo portale.

Noto il coefficiente  $\eta$  e ricavato dal grafico il fattore  $\beta$  è possibile calcolare il carico critico euleriano per instabilità fuori piano, con la relazione:

$$N_{cr,y} = \left( \frac{\pi}{\beta h} \right)^2 EI_y$$

### 11.6.3 Valutazione delle sollecitazioni di verifica

Le sollecitazioni considerate sono quelle totali combinate secondo i coefficienti agli SLU riportati nella sezione dedicata alle combinazioni di carico.

La normativa, per il calcolo del momento equivalente, propone la relazione:

$$M_{eq} = 1.3 M_m$$

con la limitazione:

$$0,75 \cdot M_{\max,Ed} \leq M_{eq,Ed} \leq M_{\max,Ed}$$

dove:

$M_m$  è il momento medio agente sulla sezione;

$M_{eq}$  è il momento equivalente agente nei due piani principali di inerzia;

Visto l'andamento del momento flettente sull'arco, questo procedimento perde di significato: infatti andando a calcolare il momento medio si otterrebbero dei valori molto bassi, perché il momento si inverte più volte.

La verifica viene effettuata quindi considerando i valori massimi dei momenti agenti nei due piani principali di inerzia ridotti di un coefficiente pari a 0,75.

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	140 di 219

Si riporta di seguito la verifica nei confronti dello snap through.

**Snap-through (riferita alla sezione più piccola lungo lo sviluppo dell'arco)**

$L_{\text{impalcato}}$	11'600	cm	lunghezza impalcato
A	2'438	cm <sup>2</sup>	Area della sezione
E	20'600	KN/cm <sup>2</sup>	
$I_y$	17'942'216	cm <sup>4</sup>	Inerzia verticale
<b>K</b>	<b>6.00</b>		coefficiente ricavato da tabella con $\eta l=0.20$ e incastro dell'arco all'estremità

Verifica  $39 > K=6$  Verificato

Si riporta di seguito il procedimento per il calcolo della stabilità nel piano dell'arco

**STABILITA' DELL'ARCO CONTROVENTATO**

*Calcolo della  $N_{cr}$  per la stabilità nel piano in presenza di pendinatura*

$f_{yd}$	35.50	KN/cm <sup>2</sup>
E	20600	KN/cm <sup>2</sup>
G	8100	KN/cm <sup>2</sup>

**Stabilità nel piano (riferita alla sezione più piccola lungo lo sviluppo dell'arco)**

$L_{\text{impalcato}}$	<b>11'600</b>	cm	
f	<b>2'600</b>	cm	
$\eta l$	0.22		
s	<b>6'550</b>	cm	metà sviluppo arco
$\rho$	<b>400</b>	cm	passo dei pendini
$m=l/p-1$	28		
$\beta$	<b>0.50</b>		
E	20'600	KN/cm <sup>2</sup>	
G	8'000	KN/cm <sup>2</sup>	
A	2'438	cm <sup>2</sup>	
$I_y$	17'942'216	cm <sup>4</sup>	Inerzia verticale
$N_{cr,y}$	340'111	KN	(EN 1993-2:2006 (E) - formula D.3)

### 11.6.4 Stabilità del primo portale

Si riporta di seguito il procedimento per il calcolo della stabilità fuori piano dell'arco all'altezza del primo portale.

#### Stabilità fuori piano - primo portale

$h$	1'870	cm	Altezza inclinata del portale
$b$	1'100	cm	Larghezza portale
$h_{portale1}$	1'240	cm	Altezza portale 1
$h_{portale2}$	1'910	cm	Altezza portale 2
$h_{portale3}$	2'340	cm	Altezza portale 3
$h_{portale4}$	2'560	cm	Altezza portale 4
$h_{portale5}$	2'340	cm	Altezza portale 5
$h_{portale6}$	1'910	cm	Altezza portale 6
$h_{portale7}$	1'240	cm	Altezza portale 7
$h_{portale8}$		cm	Altezza portale 8
$h_{portale9}$		cm	Altezza portale 9
$h_{portale10}$		cm	Altezza portale 10
$h_{portale11}$		cm	Altezza portale 11
$h_{portale12}$		cm	Altezza portale 12
$h_{media}$	1'934	cm	Media di tutte le lunghezze $h_n$
$\alpha$	0.84	rad	Inclinazione primo portale 48 °
$h_r$	2'603	cm	
$h/h_r$	0.72		
$E$	20'600	KN/cm <sup>2</sup>	
$A$	3'828	cm <sup>2</sup>	
$I_z$	12'533'956	cm <sup>4</sup>	rigidezza dell'arco fuori piano
$J$	31501236	cm <sup>4</sup>	inerzia torsionale arco
$W_y$	342467.5826		
$W_z$	192830.0923		
$I_{y\text{ trasverso}}$	6'401'659	cm <sup>4</sup>	rigidezza del trasverso
$\eta$	1.2		
$\beta$	1.5		Da tabella D. 1.
$N_{cr,z}$	346'606	KN	

### Stabilità flessio-torsionale

$M_{cr}$	515'924'585	KNcm	
$\Psi$	1		
$J_T$	31501236	cm <sup>4</sup>	inerzia torsionale
$I_y$ arco	17'942'216	cm <sup>4</sup>	inerzia verticale
$L_{cr}$	1'870	cm	
$\lambda_{LT}$	0.15		
$\alpha_{LT}$	<b>0.76</b>		da tab.4.2. VII NTC 2008
$\lambda_{LTD}$	0.20		assunto come consigliato in normativa
$\beta$	0.75		assunto come consigliato in normativa per sez laminate e composte saldate
$\Phi_{LT}$	0.49		
$f$	1.00		
$k_c$	1.00		da tab.4.2. VIII NTC 2008
$\kappa_{LT}$	<b>1.04</b>	<	1.00
$X$	1.00		

### VERIFICA

$\gamma_{M2}$	<b>1.10</b>		Coeff. di sicurezza
$f_{yk}$	<b>35.50</b>	KN/cm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica

$W_y$	342'468	cm <sup>3</sup>	da geometria sezioni
$W_z$	192'830	cm <sup>3</sup>	
$N_{cr,y}$	496'162	KN	$N_{cr}$ nel piano forte
$N_{cr,z}$	346'606	KN	$N_{cr}$ laterale del primo portale
$\lambda_{ad,y}$	0.52		
$\lambda_{ad,z}$	0.63		
$\alpha_y$	<b>0.49</b>		Sezioni scatolari saldate
$\alpha_z$	<b>0.49</b>		Sezioni scatolari saldate
$\phi_y$	0.72		
$\phi_z$	0.80		
$\chi_y$	0.83		
$\chi_z$	0.77		
$\chi_{min}$	0.77		

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessotorsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano le sollecitazioni normali nell'arco.

<b>Riassunto MAX N</b>			
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-38'199	KN	
M <sub>22</sub>	-796'436	KNcm	
M <sub>33</sub>	184'792	KNcm	
N	38'199		
M <sub>22</sub>	796'436		
M <sub>33</sub>	184'792		
M <sub>22 eq</sub>	597327	KNcm	K <sub>RID</sub> 1
M <sub>33 eq</sub>	138594	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	3'828	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	342468	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	192830	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
X <sub>Y</sub>	0.83	N <sub>cr,y</sub>	496'162 KN
X <sub>Z</sub>	0.77	N <sub>cr,z</sub>	346'606 KN
χ <sub>min</sub>	0.77		
χ <sub>LT</sub>	1.04		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.48</b>	<b>&lt;</b>	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.40	0.05	0.02
	83.3%	10.0%	4.3%

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessotorsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano il momento flettente nel piano principale nell'arco.

<b>Riassunto</b>		<b>MAX M22</b>	
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-32'165	KN	
M <sub>22</sub>	-3'029'439	KNcm	
M <sub>33</sub>	87'194	KNcm	
N	32'165		
M <sub>22</sub>	3'029'439		
M <sub>33</sub>	87'194		
M <sub>22 eq</sub>	2272079	KNcm	K <sub>RID</sub> 1
M <sub>33 eq</sub>	65396	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	3828	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	342468	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	192830	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
χ <sub>y</sub>	0.83	N <sub>cr,x</sub>	496'162 KN
χ <sub>z</sub>	0.77	N <sub>cr,y</sub>	346'606 KN
χ <sub>min</sub>	0.77		
χ <sub>LT</sub>	1.04		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.56</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.34	0.19	0.01
	60.2%	33.2%	1.8%

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessotorsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano il momento flettente nel piano secondario nell'arco.

<b>Riassunto</b>		<b>MAX M33</b>	
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-7'443	KN	
M <sub>22</sub>	1'661'550	KNcm	
M <sub>33</sub>	527'056	KNcm	
N	7'443		
M <sub>22</sub>	1'661'550		
M <sub>33</sub>	527'056		
M <sub>22 eq</sub>	1246163	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33 eq</sub>	395292	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	3828	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	342468	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	192830	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
χ <sub>Y</sub>	0.83	N <sub>cr,x</sub>	496'162 KN
χ <sub>Z</sub>	0.77	N <sub>cr,y</sub>	346'606 KN
χ <sub>min</sub>	0.77		
χ <sub>LT</sub>	1.04		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.25</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.08	0.11	0.06
	30.9%	42.3%	24.7%

### 11.6.5 Stabilità nel primo campo di controvento

Si riporta di seguito il procedimento per il calcolo della stabilità fuori piano dell'arco all'altezza del primo campo di controvento.

#### Stabilità fuori piano

A arco	2638.0	cm <sup>2</sup>	
I <sub>z</sub> arco	2'380'083	cm <sup>4</sup>	rigidezza dell'arco fuori piano
$\beta$	<b>1.00</b>		
N <sub>cr,z</sub>	281'979	KN	
L <sub>cr</sub>	1'310.00	cm	
$\lambda_{ad,z}$	0.58		
$\alpha_z$	<b>0.76</b>		da TAB 4.2.VI NTC 2008
$\phi_z$	0.81		
$\chi_z$	0.73		

#### Stabilità flesso-torsionale

M <sub>cr</sub>	28'742'430	KNcm	
$\Psi$	1		
J <sub>T</sub>	29279	cm <sup>4</sup>	inerzia torsionale
I <sub>y</sub> arco	29'402'302	cm <sup>4</sup>	inerzia verticale
L <sub>cr</sub>	1'310	cm	
$\lambda_{LT}$	0.57		
$\alpha_{LT}$	<b>0.76</b>	h/b=	2.192308 da tab.4.2. VII NTC 2008
$\lambda_{LT,0}$	0.20		assunto come consigliato in normativa
$\beta$	0.75		assunto come consigliato in normativa per sez laminate e composte saldate
$\Phi_{LT}$	0.76		
f	1.00		
k <sub>c</sub>	1.00		da tab.4.2. VIII NTC 2008
$\kappa_{LT}$	<b>0.74</b>	<	1.00

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	147 di 219

Ai fini della verifica verrà presa in considerazione la forza normale massima (alla base dell'arco) per ciascuna verifica. I

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessotorsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano le sollecitazioni normali nell'arco.

<i>Riassunto</i>	<b>MAX N</b>		
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-36'423	KN	
M <sub>22</sub>	-1'910'382	KNcm	
M <sub>33</sub>	-5'449	KNcm	
N	36'423		
M <sub>22</sub>	1'910'382		
M <sub>33</sub>	5'449		
M <sub>22 eq</sub>	1432787	KNcm	K <sub>RID</sub> <b>0.75</b>
M <sub>33 eq</sub>	4087	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2'638	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	288778	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
χ <sub>Y</sub>	1.00	N <sub>cr,y</sub>	3'483'419 KN
χ <sub>Z</sub>	0.73	N <sub>cr,z</sub>	281'979 KN
χ <sub>min</sub>	0.73		
χ <sub>LT</sub>	0.74		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.80</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.59	0.20	0.00
	73.5%	25.5%	0.4%

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessotorsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano il momento flettente nel piano principale nell'arco.

<b>Riassunto</b>		<b>MAX M22</b>	
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-32'381	KN	
M <sub>22</sub>	-3'175'545	KNcm	
M <sub>33</sub>	155'716	KNcm	
N	32'381		
M <sub>22</sub>	3'175'545		
M <sub>33</sub>	155'716		
M <sub>22 eq</sub>	2381659	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33 eq</sub>	116787	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2638	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	288778	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
XY	1.00	N <sub>cr,x</sub>	3'483'419 KN
XZ	0.73	N <sub>cr,y</sub>	281'979 KN
χ <sub>min</sub>	0.73		
χ <sub>LT</sub>	0.74		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.97</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.52	0.34	0.10
	54.0%	35.1%	10.1%

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessotorsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano il momento flettente nel piano secondario nell'arco.

<b>Riassunto</b>		<b>MAX M33</b>	
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-22'263	KN	
M <sub>22</sub>	519'013	KNcm	
M <sub>33</sub>	191'402	KNcm	
N	22'263		
M <sub>22</sub>	519'013		
M <sub>33</sub>	191'402		
M <sub>22 eq</sub>	389260	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33 eq</sub>	143552	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2638	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	288778	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
XY	1.00	N <sub>cr,x</sub>	3'483'419 KN
XZ	0.73	N <sub>cr,y</sub>	281'979 KN
χ <sub>min</sub>	0.73		
χ <sub>LT</sub>	0.74		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.54</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.36	0.06	0.12
	66.8%	10.4%	22.4%

### 11.6.6 Stabilità nel secondo campo di controvento

Si riporta di seguito il procedimento per il calcolo della stabilità fuori piano dell'arco all'altezza del secondo campo di controvento.

#### Stabilità fuori piano

A arco	2506.0	cm <sup>2</sup>	
I <sub>z</sub> arco	2'380'083	cm <sup>4</sup>	rigidezza dell'arco fuori piano
$\beta$	<b>1.00</b>		
N <sub>cr,z</sub>	286'334	KN	
L <sub>cr</sub>	1'300.00	cm	
$\lambda_{ad,z}$	0.56		
$\alpha_z$	<b>0.76</b>		da TAB 4.2.VI NTC 2008
$\phi_z$	0.79		
$\chi_z$	0.74		

#### Stabilità flessio-torsionale

M <sub>cr</sub>	24'459'029	KNcm	
$\Psi$	1		
JT	28575	cm <sup>4</sup>	inerzia torsionale
I <sub>y</sub> arco	21'484'581	cm <sup>4</sup>	inerzia verticale
L <sub>cr</sub>	1'300	cm	
$\lambda_{LT}$	0.55		
$\alpha_{LT}$	<b>0.49</b>	h/b=	<b>1.81</b> da tab.4.2. VII NTC 2008
$\lambda_{LT,0}$	0.20		assunto come consigliato in normativa
$\beta$	0.75		assunto come consigliato in normativa per sez laminate e composte saldate
$\Phi_{LT}$	0.70		
f	1.00		
k <sub>c</sub>	1.00		da tab.4.2. VIII NTC 2008
$\kappa_{LT}$	<b>0.83</b>	<	1.00

Ai fini della verifica verrà presa in considerazione la forza normale massima (alla base dell'arco) per ciascuna verifica.

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessotorsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano le sollecitazioni normali nell'arco.

<i>Riassunto</i>	<b>MAX N</b>		
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-33'368	KN	
M <sub>22</sub>	-1'146'407	KNcm	
M <sub>33</sub>	83'957	KNcm	
N	33'368		
M <sub>22</sub>	1'146'407		
M <sub>33</sub>	83'957		
M <sub>22 eq</sub>	859805	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33 eq</sub>	62968	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2'506	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	228684	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
XY	1.00	N <sub>cr,y</sub>	2'584'682 KN
XZ	0.74	N <sub>cr,z</sub>	286'334 KN
χ <sub>min</sub>	0.74		
χ <sub>LT</sub>	0.83		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.75</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.56	0.14	0.05
	73.9%	18.5%	7.0%

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessotorsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano il momento flettente nel piano principale nell'arco.

<i>Riassunto</i>		<b>MAX M22</b>	
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-30'153	KN	
M <sub>22</sub>	-2'650'762	KNcm	
M <sub>33</sub>	149'188	KNcm	
N	30'153		
M <sub>22</sub>	2'650'762		
M <sub>33</sub>	149'188		
M <sub>22 eq</sub>	1988072	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33 eq</sub>	111891	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2506	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	228684	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
XY	1.00	N <sub>cr,x</sub>	2'584'682 KN
XZ	0.74	N <sub>cr,y</sub>	286'334 KN
χ <sub>min</sub>	0.74		
χ <sub>LT</sub>	0.83		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.93</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.50	0.32	0.09
	54.2%	34.7%	10.1%

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessotorsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano il momento flettente nel piano secondario nell'arco.

<b>Riassunto</b>		<b>MAX M33</b>	
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-29'971	KN	
M <sub>22</sub>	-2'476'893	KNcm	
M <sub>33</sub>	156'088	KNcm	
N	29'971		
M <sub>22</sub>	2'476'893		
M <sub>33</sub>	156'088		
M <sub>22 eq</sub>	1857670	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33 eq</sub>	117066	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2506	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	228684	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
XY	1.00	N <sub>cr,x</sub>	2'584'682 KN
XZ	0.74	N <sub>cr,y</sub>	286'334 KN
χ <sub>min</sub>	0.74		
χ <sub>LT</sub>	0.83		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.91</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.50	0.30	0.10
	55.1%	33.1%	10.8%

### 11.6.7 Stabilità nel terzo campo di controvento

Si riporta di seguito il procedimento per il calcolo della stabilità fuori piano dell'arco all'altezza del terzo campo di controvento.

#### Stabilità fuori piano

A arco	2474.0	cm <sup>2</sup>	
I <sub>z</sub> arco	2'380'083	cm <sup>4</sup>	rigidezza dell'arco fuori piano
$\beta$	<b>1.00</b>		
N <sub>cr,z</sub>	319'852	KN	
L <sub>cr</sub>	1'230.00	cm	
$\lambda_{ad,z}$	0.52		
$\alpha_z$	<b>0.76</b>		da TAB 4.2.VI NTC 2008
$\phi_z$	0.76		
$\chi_z$	0.76		

#### Stabilità flessio-torsionale

M <sub>cr</sub>	24'726'122	KNcm	
$\Psi$	1		
JT	28405	cm <sup>4</sup>	inerzia torsionale
I <sub>y</sub> arco	19'773'132	cm <sup>4</sup>	inerzia verticale
L <sub>cr</sub>	1'230	cm	
$\lambda_{LT}$	0.51		
$\alpha_{LT}$	<b>0.49</b>	h/b=	<b>1.62</b> da tab.4.2. VII NTC 2008
$\lambda_{LT,D}$	0.20		assunto come consigliato in normativa
$\beta$	0.75		assunto come consigliato in normativa per sez laminate e composte saldate
$\Phi_{LT}$	0.67		
f	1.00		
k <sub>c</sub>	1.00		da tab.4.2. VIII NTC 2008
$\kappa_{LT}$	<b>0.85</b>	<	1.00

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	155 di 219

Ai fini della verifica verrà presa in considerazione la forza normale massima (alla base dell'arco) per ciascuna verifica.

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessio-torsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano le sollecitazioni normali nell'arco.

<i>Riassunto</i>	<b>MAX N</b>		
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-31'015	KN	
M <sub>22</sub>	249'832	KNcm	
M <sub>33</sub>	-12'962	KNcm	
N	31'015		
M <sub>22</sub>	249'832		
M <sub>33</sub>	12'962		
M <sub>22 eq</sub>	187374	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33 eq</sub>	9722	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2'474	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	181647	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
χ <sub>y</sub>	1.00	N <sub>cr,y</sub>	2'657'249 KN
χ <sub>z</sub>	0.76	N <sub>cr,z</sub>	319'852 KN
χ <sub>min</sub>	0.76		
χ <sub>LT</sub>	0.85		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.56</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.51	0.04	0.01
	91.6%	6.7%	1.5%

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessotorsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano il momento flettente nel piano principale nell'arco.

<b>Riassunto</b>		<b>MAX M22</b>	
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-26'444	KN	
M <sub>22</sub>	1'680'935	KNcm	
M <sub>33</sub>	-103'869	KNcm	
N	26'444		
M <sub>22</sub>	1'680'935		
M <sub>33</sub>	103'869		
M <sub>22 eq</sub>	1260701	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33 eq</sub>	77902	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2474	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	181647	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
XY	1.00	N <sub>cr,x</sub>	2'657'249 KN
XZ	0.76	N <sub>cr,y</sub>	319'852 KN
χ <sub>min</sub>	0.76		
χ <sub>LT</sub>	0.85		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.76</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.43	0.25	0.07
	57.3%	33.2%	8.6%

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessio-torsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano il momento flettente nel piano secondario nell'arco.

<i>Riassunto</i>		<b>MAX M33</b>	
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-26'786	KN	
M <sub>22</sub>	1'490'895	KNcm	
M <sub>33</sub>	-111'108	KNcm	
N	26'786		
M <sub>22</sub>	1'490'895		
M <sub>33</sub>	111'108		
M <sub>22 eq</sub>	1118171	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33 eq</sub>	83331	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2474	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	181647	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
XY	1.00	N <sub>cr,x</sub>	2'657'249 KN
XZ	0.76	N <sub>cr,y</sub>	319'852 KN
χ <sub>min</sub>	0.76		
χ <sub>LT</sub>	0.85		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.74</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.44	0.22	0.07
	59.5%	30.2%	9.4%

### 11.6.8 Stabilità nel quarto campo di controvento

Si riporta di seguito il procedimento per il calcolo della stabilità fuori piano dell'arco all'altezza del quarto campo di controvento.

#### Stabilità fuori piano

A arco	2438.0	cm <sup>2</sup>	
I <sub>z</sub> arco	2'380'083	cm <sup>4</sup>	rigidezza dell'arco fuori piano
$\beta$	<b>1.00</b>		
N <sub>cr,z</sub>	184'386	KN	
L <sub>cr</sub>	1'620.00	cm	
$\lambda_{ad,z}$	0.69		
$\alpha_z$	<b>0.76</b>		da TAB 4.2.VI NTC 2008
$\phi_z$	0.92		
$\chi_z$	0.65		

#### Stabilità flessio-torsionale

M <sub>cr</sub>	17'822'706	KNcm	
$\Psi$	1		
J <sub>T</sub>	28213	cm <sup>4</sup>	inerzia torsionale
I <sub>y</sub> arco	17'942'216	cm <sup>4</sup>	inerzia verticale
L <sub>cr</sub>	1'620	cm	
$\lambda_{LT}$	0.58		
$\alpha_{LT}$	<b>0.49</b>	h/b=	<b>1.54</b> da tab.4.2. VII NTC 2008
$\lambda_{LT,0}$	0.20	assunto come consigliato in normativa	
$\beta$	0.75	assunto come consigliato in normativa per sez laminate e composte saldate	
$\Phi_{LT}$	0.72		
f	1.00		
k <sub>c</sub>	1.00	da tab.4.2. VIII NTC 2008	
$\kappa_{LT}$	<b>0.81</b>	<	1.00

Ai fini della verifica verrà presa in considerazione la forza normale massima (alla base dell'arco) per ciascuna verifica.

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessio-torsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano le sollecitazioni normali nell'arco.

<b>Riassunto</b>	<b>MAX N</b>		
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-29'717	KN	
M <sub>22</sub>	1'064'702	KNcm	
M <sub>33</sub>	-79'884	KNcm	
N	29'717		
M <sub>22</sub>	1'064'702		
M <sub>33</sub>	79'884		
M <sub>22</sub> eq	798527	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33</sub> eq	59913	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2'438	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	171152	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
χ <sub>y</sub>	0.97	N <sub>cr,y</sub>	1'389'994 KN
χ <sub>z</sub>	0.65	N <sub>cr,z</sub>	184'386 KN
χ <sub>min</sub>	0.65		
χ <sub>LT</sub>	0.81		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.81</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.58	0.18	0.05
	71.2%	21.5%	6.1%

Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flesso-torsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano il momento flettente nel piano principale nell'arco.

<i>Riassunto</i>		<b>MAX M22</b>	
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-26'641	KN	
M <sub>22</sub>	1'584'246	KNcm	
M <sub>33</sub>	-106'517	KNcm	
N	26'641		
M <sub>22</sub>	1'584'246		
M <sub>33</sub>	106'517		
M <sub>22 eq</sub>	1188185	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33 eq</sub>	79888	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2438	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	171152	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
χ <sub>Y</sub>	0.97	N <sub>cr,x</sub>	1'389'994 KN
χ <sub>Z</sub>	0.65	N <sub>cr,y</sub>	184'386 KN
χ <sub>min</sub>	0.65		
χ <sub>LT</sub>	0.81		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.86</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.52	0.26	0.07
	60.4%	30.4%	7.7%

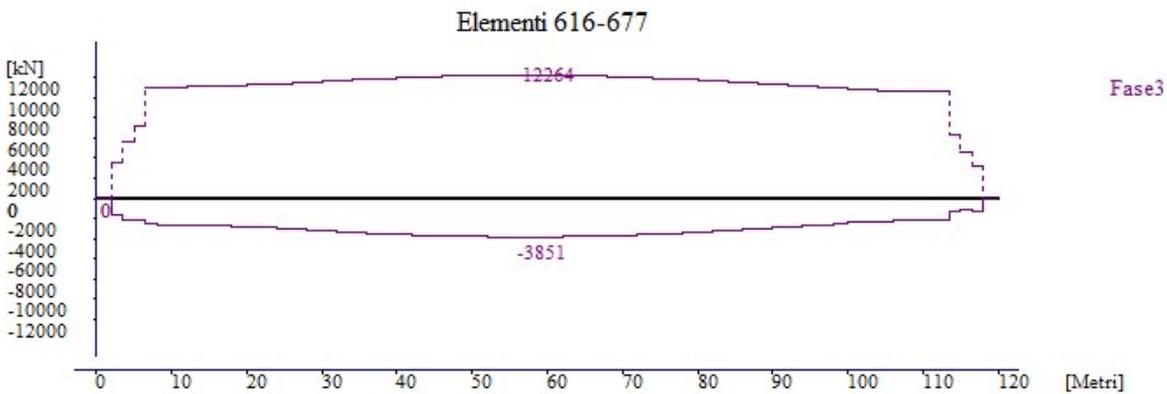
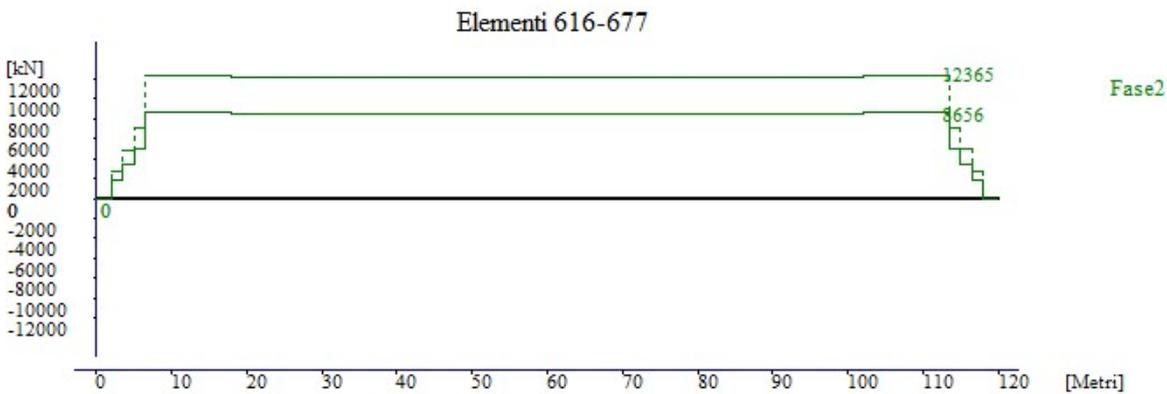
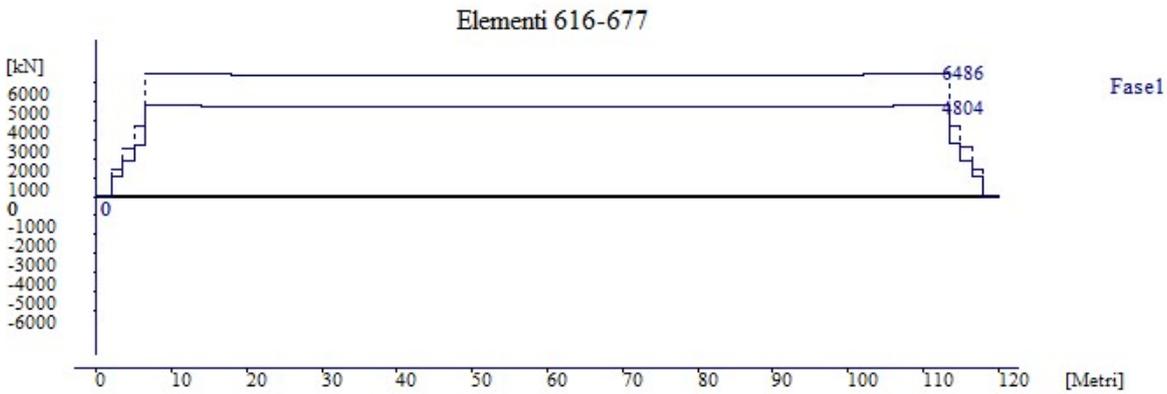
Di seguito sono riportate in maniera riassuntiva le verifiche di stabilità flessio-torsionale utilizzando le combinazioni di carico che massimizzano il momento flettente nel piano secondario nell'arco.

<b>Riassunto</b>		<b>MAX M33</b>	
<u>Sollecitazioni massime</u>			
N	-26'794	KN	
M <sub>22</sub>	1'490'722	KNcm	
M <sub>33</sub>	-113'157	KNcm	
N	26'794		
M <sub>22</sub>	1'490'722		
M <sub>33</sub>	113'157		
M <sub>22 eq</sub>	1118042	KNcm	K <sub>RID</sub> 0.75
M <sub>33 eq</sub>	84868	KNcm	
<u>Geometria sezione</u>			
A	2438	cm <sup>2</sup>	
W <sub>y</sub>	171152	cm <sup>3</sup>	
W <sub>z</sub>	36617	cm <sup>3</sup>	
<u>Parametri instabilità</u>			
XY	0.97	N <sub>cr,x</sub>	1'389'994 KN
XZ	0.65	N <sub>cr,y</sub>	184'386 KN
χ <sub>min</sub>	0.65		
χ <sub>LT</sub>	0.81		
γ <sub>M1</sub>	1.10		
<b>Verifica</b>	<b>0.85</b>	<	<b>1.00</b>
	N	M <sub>22</sub>	M <sub>33</sub>
	0.52	0.25	0.07
	61.4%	28.9%	8.3%

## 12 VERIFICHE TRAVE-CATENA

### 12.1 Grafici delle caratteristiche di sollecitazione

#### Azione assiale N

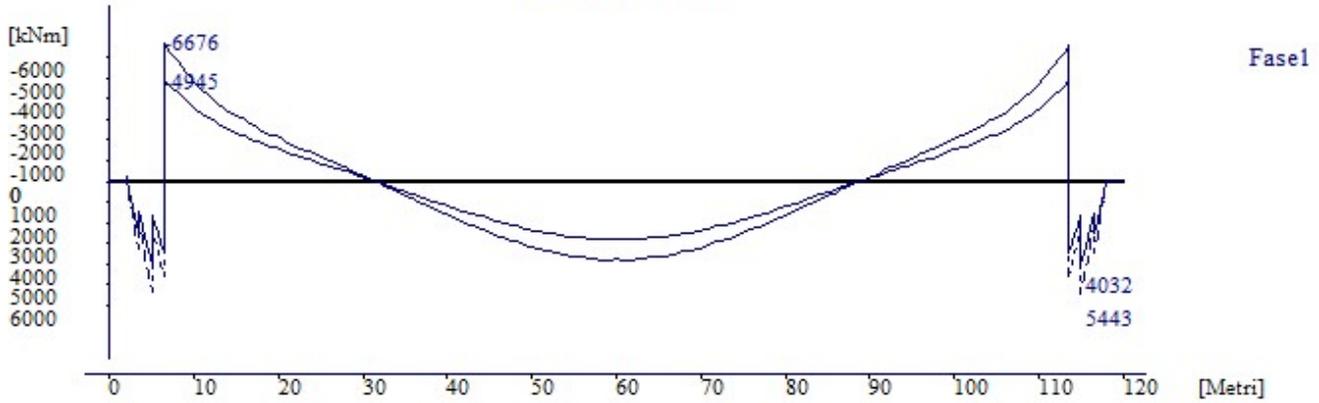


Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

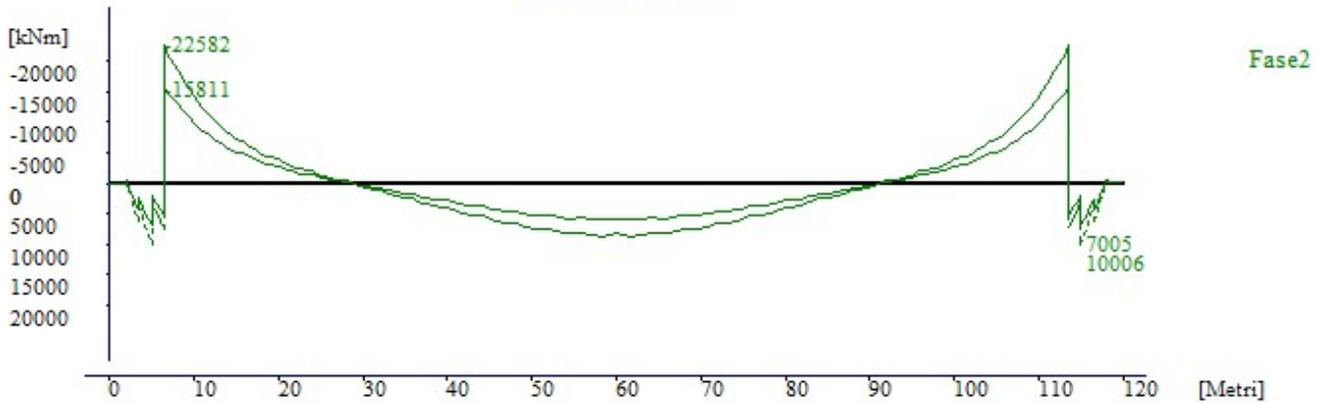
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	163 di 219

Momento flettente M2 (agente nel piano verticale dell'arco)

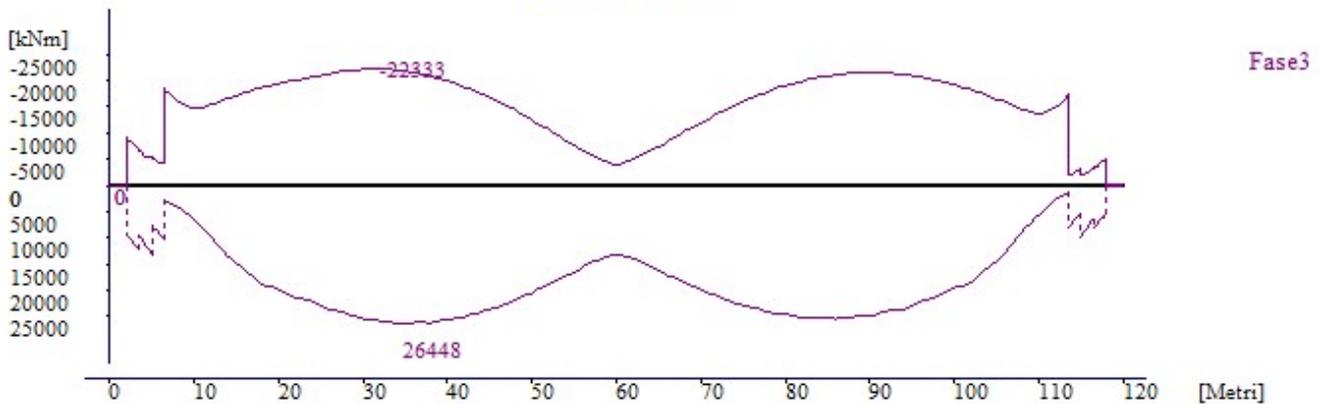
Elementi 616-677



Elementi 616-677



Elementi 616-677

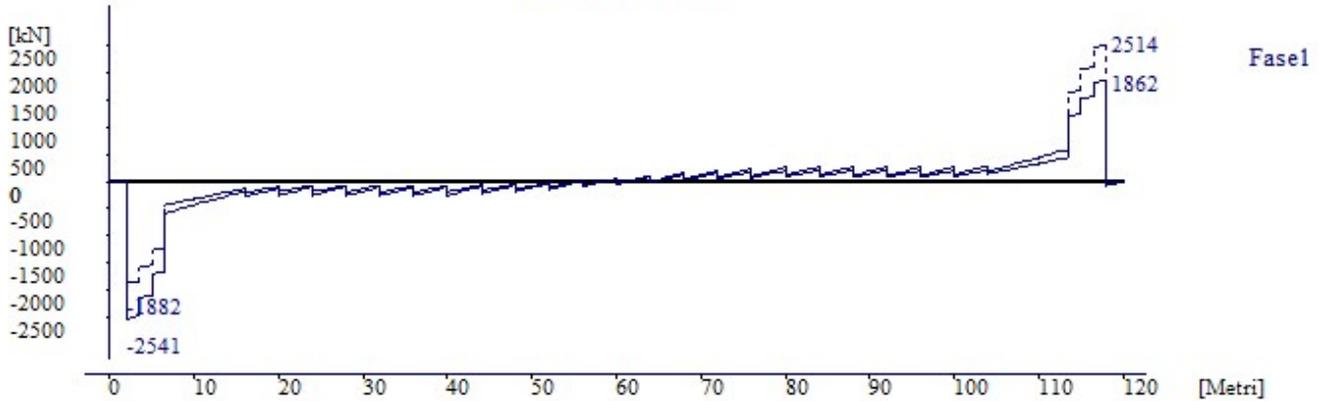


Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

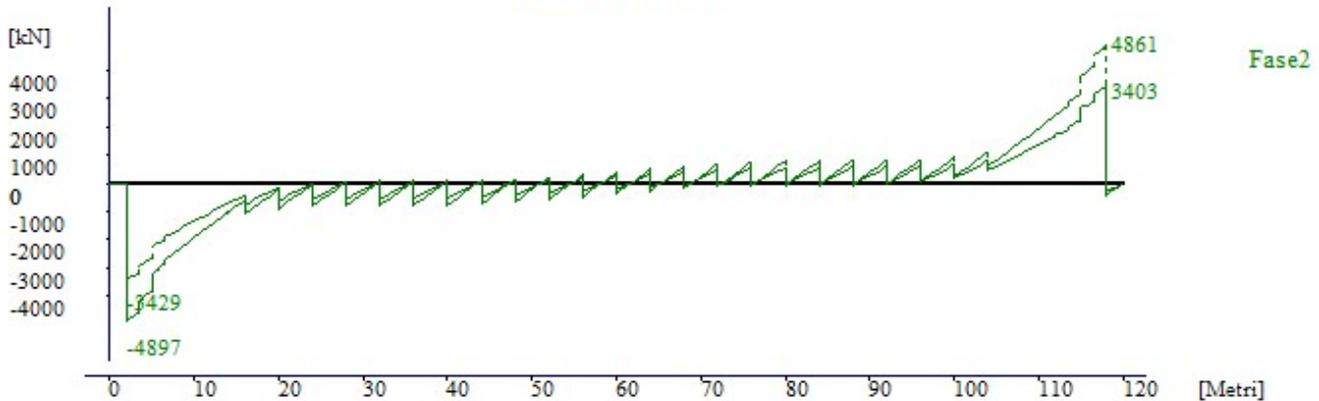
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	164 di 219

Taglio V3(agente nel piano verticale dell'arco)

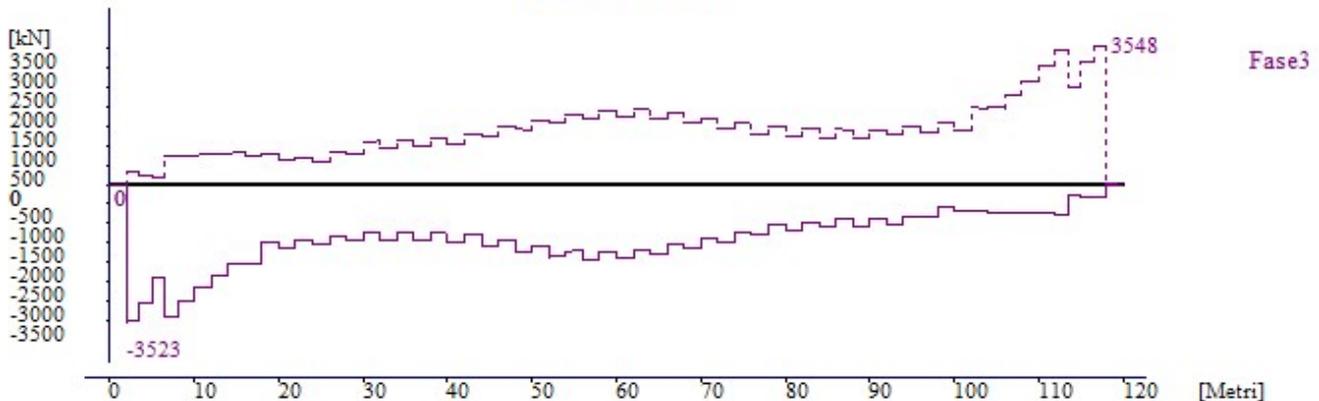
Elementi 616-677



Elementi 616-677



Elementi 616-677

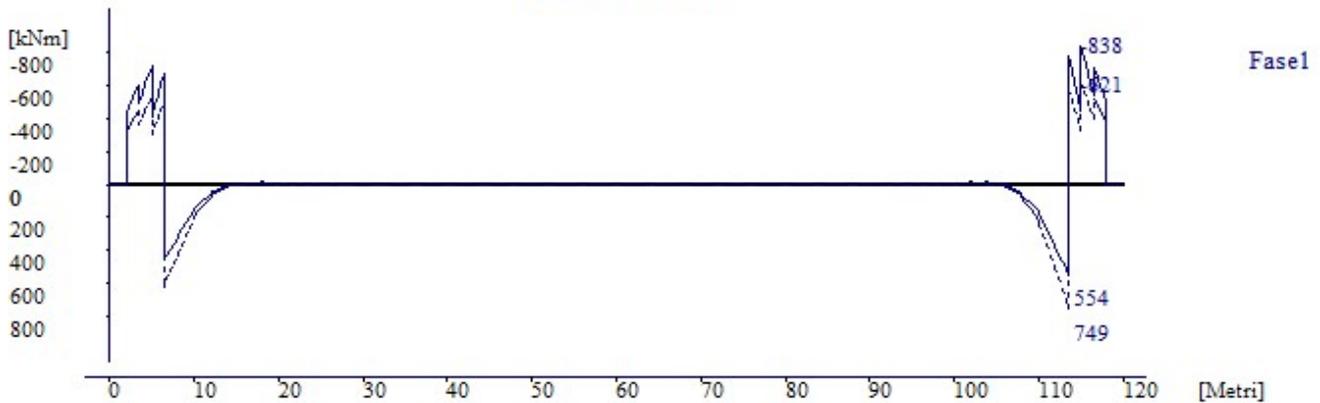


Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

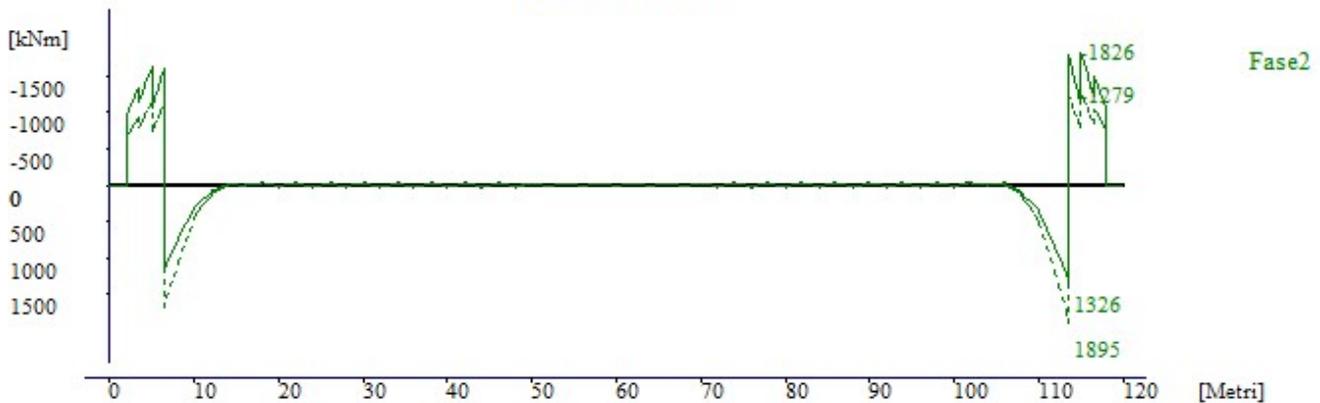
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	165 di 219

Momento flettente M3 (agente fuori piano all'arco)

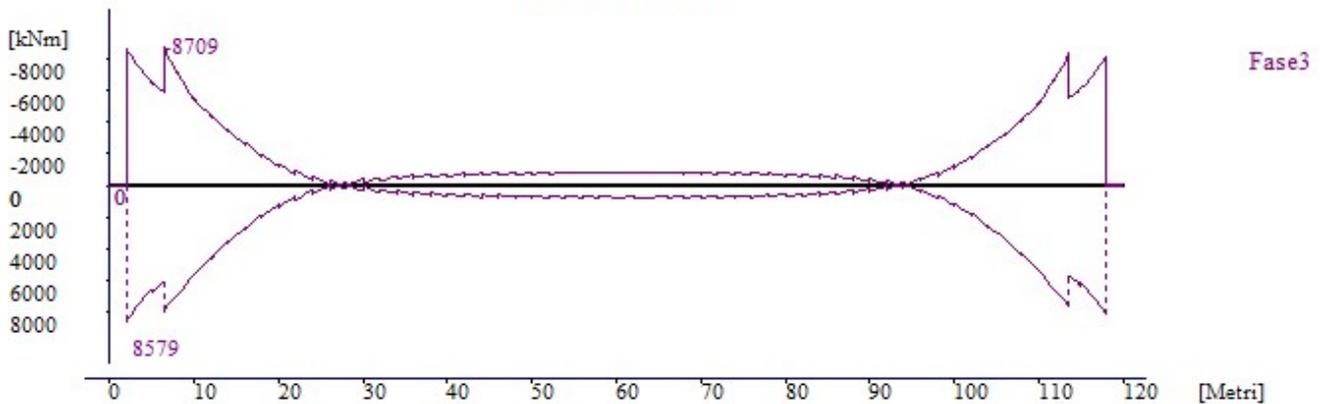
Elementi 616-677



Elementi 616-677



Elementi 616-677

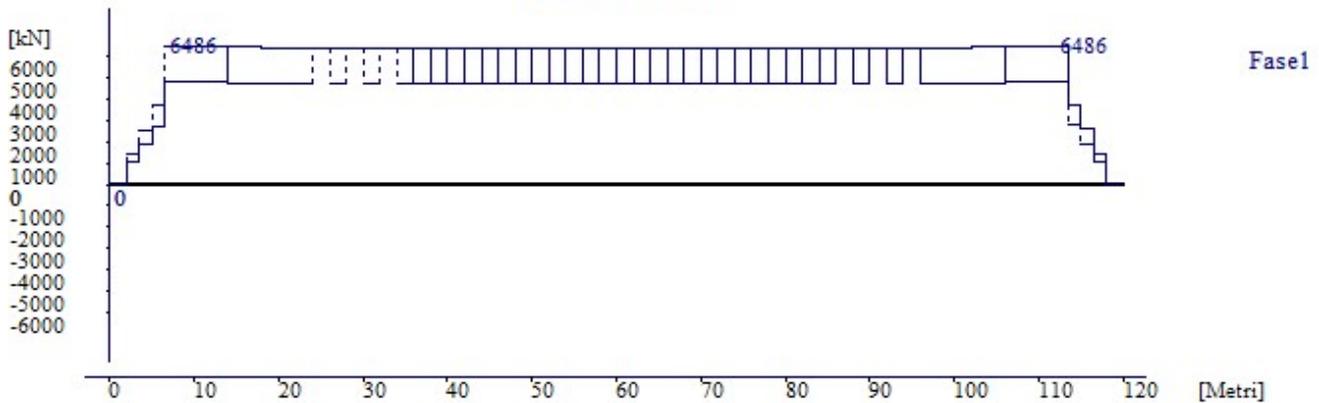


Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

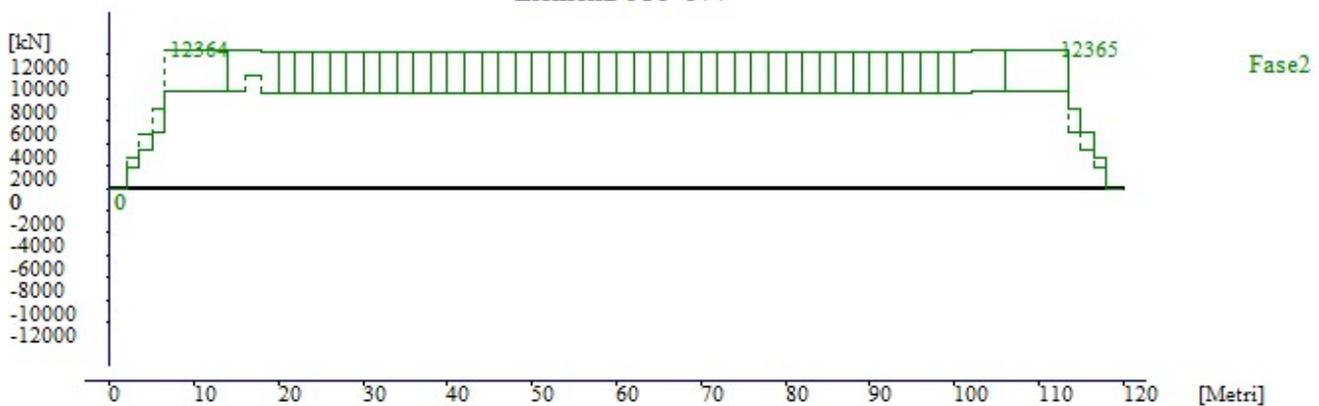
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	166 di 219

Taglio V2 (agente fuori piano all'arco)

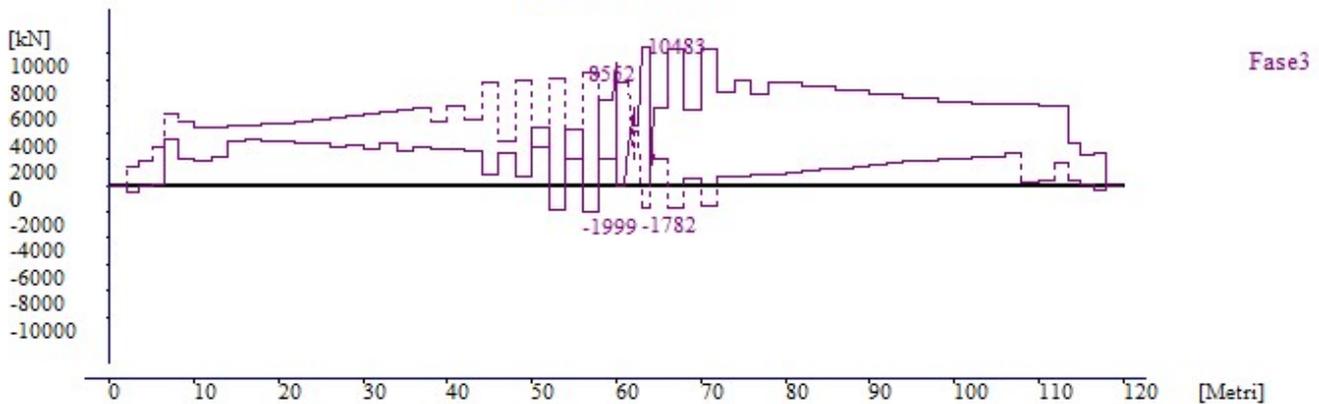
Elementi 616-677



Elementi 616-677



Elementi 616-677



## 12.2 Verifiche di resistenza trave catena – combinazione SLU

Le verifiche di resistenza sono state condotte per tutte le sezioni del viadotto mediante un post-processore il WINVERIF per le sezioni a doppio T e il WINPLASTIC per le sezioni a cassone.

Questi programmi leggono le caratteristiche di sollecitazione dei files riepilogativi \*.SUM e, servendosi di un file d'appoggio contenente tutte le indicazioni geometriche della sezione resistente, esegue le verifiche per tutte le sezioni indicate.

Si riportano nel seguente paragrafo le verifiche di resistenza in versione sintetica di tutte le aste delle travi costituenti l'arco:

*Massimo momento flettente/torcente*

GR1M2Ct.inv, GR1M3Ct.inv, GR1TCt.inv, GR3M2Ct.inv, GR3M3Ct.inv, GR3TCt.inv

*Massimo taglio*

GR1V2Ct.inv, GR1V3Ct.inv, GR3V2Ct.inv, GR3V3Ct.inv

*Massimo sforzo normale*

GR1NCt.inv, GR3NCt.inv

Aste dichiarate: da 617 a 677

## 12.2.1 Distribuzione delle sezioni strutturali

### Trave a cassone

VI21\_120m\_Catena\_Trvesterne.sez:

#### NOMI DEI FILES

File riassuntivo Fasi 1,2,3 . . . . . = GR1Nct.inv,GR1M2Ct.inv,GR1V3Ct.inv,GR1M3Ct.inv,GR1V2Ct.inv,GR1TCt.inv

File stampa sintetica verifiche di resistenza . . =

File stampa estesa verifiche di resistenza . . . =

File stampa massimi stato tensionale . . . . . = VI21\_120m\_Catena\_Trvesterne.tem

File stampa estesa stato tensionale . . . . . =

File stampa sintetica verifiche di imbozzamento . =

File stampa riassuntiva verifiche di imbozzamento =

File stampa estesa verifiche di imbozzamento . . =

File stampa massimi verifiche di resistenza . . . =

con verifiche sulle tensioni ? (S/N). . . . . =

File stampa massimi verifiche di imbozzamento . . =

File stampa Sollecitazioni Giunti . . . . . =

File stampa Pesi conci. . . . . = VI21\_120m\_Catena\_Trvesterne.weg

File stampa estesa verifiche di buckling . . . . =

File stampa massimi verifiche di buckling . . . . =

File stampa sintetica verifiche di buckling . . . =

#### DATI GENERALI

Numero delle travi resistenti . . . . . = 1

Trasformazione della torsione in tagli (S/N). . . = s

Distanza tra le travi esterne (cm). . . . . = 850

Larghezza impalcato . . . . . = 1700

Numero travi principali . . . . . = 1

Fy acciaio . . . . . ="S355dm08"

Assumi M22: Mxx o Myy (1/2). . . . . = 1

Rek [MPa] . . . . . = 37

Fy armatura [MPa] . . . . . = 450

Coefficiente sicurezza Gamma (acciaio) resistenza = 1.05

Coefficiente sicurezza Gamma (acciaio) instabilità= 1.10

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	169 di 219

Coefficiente di sicurezza Gamma (cls) . . . . . = 2.1261517

Coefficiente di sicurezza Gamma (armatura) . . . = 1.15

Coefficiente di sicurezza NI (instabilità). . . = 1

E modulo elasticità [mpa] . . . . . = 210000

G modulo elasticità tangenziale [mpa] . . . . . = 80000

Calcolo automatico N omogeneizzazione (S/N) . . . = N

Involuppo separato ritiro/termica (S/N). . . . = Tutti

Calcolo buckling (S/N) . . . . . = N

Classificazione delle sezioni . . . . . = N

Calcolo tensionale separato. . . . . = N

distribuzione rigorosa buckling . . . . . = N

calcolo del taglio secondo Jourawsky . . . . . = J

**COEFFICIENTI SPECIFICI Fase1**

Tipo fase . . . . . = 1

N . . . = 1.000

V2 . . = 1.000

M33 . . = 1.000

V3 . . = 1.000

M22 . . = 1.000

T . . . = 1.000

**COEFFICIENTI SPECIFICI Fase2**

Coefficiente di omogeneizzazione . . . . . = 1

Tipo fase . . . . . = 2

N . . . = 1.000

V2 . . = 1.000

M33 . . = 1.000

V3 . . = 1.000

M22 . . = 1.000

T . . . = 1.000

**COEFFICIENTI SPECIFICI Fase3**

Coefficiente di omogeneizzazione . . . . . = 1

Tipo fase . . . . . = 3

N . . . = 1.000

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	170 di 219

V2 .. = 1.000

M33 .. = 1.000

V3 .. = 1.000

M22 .. = 1.000

T ... = 1.000

**COEFFICIENTI SPECIFICI Ritiro**

Coefficiente di omogeneizzazione ..... = 1

Tipo fase ..... = 4

N ... = 1.000

V2 .. = 1.000

M33 .. = 1.000

V3 .. = 1.000

M22 .. = 1.000

T ... = 1.000

**COEFFICIENTI SPECIFICI termica**

Coefficiente di omogeneizzazione ..... = 1

Tipo fase ..... = 5

N ... = 1.000

V2 .. = 1.000

M33 .. = 1.000

V3 .. = 1.000

M22 .. = 1.000

T ... = 1.000

**DICHIARAZIONE DELLE SEZIONI**

**DEFINIZIONE NOMINALE**

SEZIONE NUMERO ..... = Cat01

Tipo sezione ..... = chiusasottile,0,7, 0,7, 1,0,S ; sezione

Elementoacciaio. .... = 4.00, 378.00, -76.67, 0.00

Elementoacciaio. .... = 157.35, 4.00, 0.00, 191.00

Elementoacciaio. .... = 4.00, 378.00, 76.67, 0.00

Elementoacciaio. .... = 157.35, 4.00, 0.00, -191.00

alphaXX alphaYY ..... = 0,49, 0,49 ; sovrascrive le curve automatiche, così forzo la curva c

Classe ..... = 3

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	171 di 219

DICHIARAZIONE DELLE ASTE

616 616 Cat01  
617 617 Cat01  
618 618 Cat01  
619 619 Cat01  
620 620 Cat01  
621 621 Cat02  
673 673 Cat01  
674 674 Cat01  
675 675 Cat01  
676 676 Cat01  
677 677 Cat01

**Trave a doppio T**

VI21\_120m\_Catena\_TrvesterneDoppioT.SEZ : FILE DI VERIFICA

NOMI DEI FILES

File riassuntivo Fasi 1,2,3 . . . . . = GR1NCt.inv,GR1M2Ct.inv,GR1V3Ct.inv,GR1TCt.inv

File stampa sintetica verifiche di resistenza . . = VI21\_120m\_Catena\_TrvesterneDoppioT.snt

File stampa estesa verifiche di resistenza . . . =

File stampa sintetica verifiche di imbozzamento . = VI21\_120m\_Catena\_TrvesterneDoppioT.is

File stampa sintetica verifiche di imbozzamento . = VI21\_120m\_Catena\_TrvesterneDoppioT.imb

File stampa estesa verifiche di imbozzamento . . =

File stampa massimi verifiche di resistenza . . . = VI21\_120m\_Catena\_TrvesterneDoppioT.max

con verifiche sulle tensioni ? (S/N) . . . . = S

File stampa massimi verifiche di imbozzamento . . = VI21\_120m\_Catena\_TrvesterneDoppioT.mxi

File stampa massimi scorrimenti . . . . . =

File stampa Sollecitazioni Giunti . . . . . =

File stampa Pesi concii . . . . . = VI21\_120m\_Catena\_TrvesterneDoppioT.weg

DATI GENERALI

Numero delle travi resistenti . . . . . = 1

Trasformazione della torsione in tagli (S/N). . . = N

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	172 di 219

Distanza tra le travi esterne (cm) . . . . . = 280

Larghezza impalcato . . . . . = 1370

Numero travi principali . . . . . = 4

Verifiche per: V2-M33 o V3-M22 (1/2). . . . . = 2

Fy acciaio . . . . . ="S355dm08"

Rek [MPa] . . . . . = 37

Fy armatura [MPa] . . . . . = 450

Coefficiente sicurezza Gamma (acciaio) resistenza = 1.05

Coefficiente sicurezza Gamma (acciaio) instabilità= 1.10

Coefficiente di sicurezza Gamma (cls) . . . . . = 2.1261517

Coefficiente di sicurezza Gamma (armatura) . . . = 1.15

Coefficiente di sicurezza NI (instabilità). . . = 1

E modulo elasticità [mpa] . . . . . = 210000

G modulo elasticità tangenziale [mpa] . . . . . = 80000

Calcolo automatico N omogeneizzazione (S/N) . . . = N

Inviluppo separato ritiro/termica (S/N). . . . = Tutti

COEFFICIENTI SPECIFICI Fase1

Tipo fase . . . . . = 1

COEFFICIENTI SPECIFICI Fase2

Tipo fase . . . . . = 2

Coefficiente di omogeneizzazione . . . . . = 17.97

N . . . = 1.0

V2 . . = 1.0

M33 . . = 1.0

V3 . . = 1.0

M22 . . = 1.0

T . . . = 1.0

COEFFICIENTI SPECIFICI Fase3

Tipo fase . . . . . = 3

Coefficiente di omogeneizzazione . . . . . = 6.36

N . . . = 1.0

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	173 di 219

V2 .. = 1.0

M33 .. = 1.0

V3 .. = 1.0

M22 .. = 1.0

T ... = 1.0

COEFFICIENTI SPECIFICI Ritiro

Tipo fase ..... = 4

Coefficiente di omogeneizzazione ..... = 17.97

N ... = 1.0

V2 .. = 1.0

M33 .. = 1.0

V3 .. = 1.0

M22 .. = 1.0

T ... = 1.0

COEFFICIENTI SPECIFICI termica

Tipo fase ..... = 5

Coefficiente di omogeneizzazione ..... = 6.36

N ... = 1.0

V2 .. = 1.0

M33 .. = 1.0

V3 .. = 1.0

M22 .. = 1.0

T ... = 1.0

DICHIARAZIONE DELLE SEZIONI

DEFINIZIONE NOMINALE

SEZIONE NUMERO ..... = TrvExt02

Htot ..... = 250

Piattabanda superiore. ... = 130,6.0

Anima implicita. .... = 4.0

Piattabanda inferiore. ... = 130,6.0

Delta sezione ..... = 0

SEZIONE NUMERO ..... = TrvExt03

Htot ..... = 250

Piattabanda superiore. ... = 130,5.0

Anima implicita. .... = 4.0

Piattabanda inferiore. ... = 130,6.0

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	174 di 219

Delta sezione . . . . . = 0

SEZIONE NUMERO . . . . . = TrvExt04

Htot . . . . . = 250

Piattabanda superiore. . . = 130,5.0

Anima implicita. . . . . = 4.0

Piattabanda inferiore. . . = 130,6.0

Delta sezione . . . . . = 0

SEZIONE NUMERO . . . . . = TrvExt05

Htot . . . . . = 250

Piattabanda superiore. . . = 130,5.0

Anima implicita. . . . . = 4.0

Piattabanda inferiore. . . = 130,6.0

Delta sezione . . . . . = 0

SEZIONE NUMERO . . . . . = TrvExt06

Htot . . . . . = 250

Piattabanda superiore. . . = 130,5.0

Anima implicita. . . . . = 4.0

Piattabanda inferiore. . . = 130,6.0

Delta sezione . . . . . = 0

DICHIARAZIONE DELLE ASTE

- 621 621 TrvExt02
- 622 622 TrvExt02
- 623 623 TrvExt02
- 624 624 TrvExt03
- 625 625 TrvExt03
- 626 626 TrvExt03
- 627 627 TrvExt03
- 628 628 TrvExt03
- 629 629 TrvExt03
- 630 630 TrvExt03
- 631 631 TrvExt03
- 632 632 TrvExt04
- 633 633 TrvExt04
- 634 634 TrvExt04
- 635 635 TrvExt04
- 636 636 TrvExt04

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	175 di 219

637 637 TrvExt04  
638 638 TrvExt05  
639 639 TrvExt05  
640 640 TrvExt05  
641 641 TrvExt05  
642 642 TrvExt05  
643 643 TrvExt05  
644 644 TrvExt06  
645 645 TrvExt06  
646 646 TrvExt06  
647 647 TrvExt06  
648 648 TrvExt06  
649 649 TrvExt06  
650 650 TrvExt05  
651 651 TrvExt05  
652 652 TrvExt05  
653 653 TrvExt05  
654 654 TrvExt05  
655 655 TrvExt05  
656 656 TrvExt04  
657 657 TrvExt04  
658 658 TrvExt04  
659 659 TrvExt04  
660 660 TrvExt04  
661 661 TrvExt04  
662 662 TrvExt03  
663 663 TrvExt03  
664 664 TrvExt03  
665 665 TrvExt03  
666 666 TrvExt03  
667 667 TrvExt03  
668 668 TrvExt03  
669 669 TrvExt03  
670 670 TrvExt02  
671 671 TrvExt02  
672 672 TrvExt02

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	176 di 219

NODI NON IRRIGIDITI

618  
619  
621  
622  
624  
626  
627  
628  
630  
631  
632  
634  
635  
636  
638  
639  
640  
642  
643  
644  
646  
647  
648  
650  
651  
652  
654  
655  
656  
658  
659  
660  
662  
663  
664

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	177 di 219

666

667

668

670

672

673

675

676

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	178 di 219

### 12.2.2 VI21\_120m\_Catena\_TrVEsterne.tem e VI21\_120m\_Catena\_TrVEsterneDoppioT.max

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più sollecitate per ogni tipologia di concio sopra definita. I file di riferimento sono VI21\_120m\_TrVEsterne.tem per le sezioni a cassone e VI21\_120m\_TrVEsterneDoppioT.max per le sezioni a doppio T.

SEZIONE :Cat01

Aste :616 617 618 619 620 673 674 675 676 677

Elemento Generico 1 : base= 40 mm , altezza= 3780 mm , xG= -766.7 mm , yG= 0 mm

Asta 620 asc x= 0.00 X= -78.67 Y= 382.00 SigmaMax = 18.21 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 673 asc x= 160.00 X= -78.67 Y= 4.00 SigmaMin = -6.77 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1NCT :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 674 asc x= 140.00 X= -78.67 Y= 382.00 TauTot = 1.33 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1V2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 620 asc x= 0.00 X= -78.67 Y= 382.00 SigmaID = 18.25 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 673 asc x= 160.00 Tau Med Tot = 2.40 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1TCt :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Elemento Generico 2 : base= 1573.5 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= 1910 mm

Asta 618 asc x= 160.00 X= 78.68 Y= 0.00 SigmaMax = 10.71 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 620 asc x= 0.00 X= 78.68 Y= 0.00 SigmaMin = -7.01 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 617 asc x= 0.00 X= -78.68 Y= 4.00 TauTot = 3.62 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 618 asc x= 160.00 X= 78.68 Y= 0.00 SigmaID = 11.99 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 620 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 4.10 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Elemento Generico 3 : base= 40 mm , altezza= 3780 mm , xG= 766.7 mm , yG= 0 mm

Asta 673 asc x= 160.00 X= 78.67 Y= 382.00 SigmaMax = 20.53 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	179 di 219

Inviluppo :GR1Nct :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 620 asc x= 0.00 X= 78.67 Y= 4.00 SigmaMin = -6.77 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 674 asc x= 140.00 X= 74.67 Y= 382.00 TauTot = 1.33 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1V2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 673 asc x= 160.00 X= 78.67 Y= 382.00 SigmaID = 20.76 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1Nct :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 673 asc x= 160.00 Tau Med Tot = 2.40 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1Tct :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Elemento Generico 4 : base= 1573.5 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= -1910 mm

Asta 673 asc x= 160.00 X= 78.68 Y= 386.00 SigmaMax = 20.75 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1Nct :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 675 asc x= 0.00 X= 78.68 Y= 386.00 SigmaMin = -5.36 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1M3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 617 asc x= 0.00 X= -78.68 Y= 386.00 TauTot = 3.62 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 673 asc x= 160.00 X= 78.68 Y= 386.00 SigmaID = 21.22 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1Nct :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 620 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 4.10 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

SEZIONE :TrvExt02

Aste :621 622 623 670 671 672

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	180 di 219

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 672 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 28.61 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1Nct  
:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 672 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 27.80 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1Nct  
:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 670 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = 4.65 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 670 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = 4.75 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Anima : base= 40 mm , altezza= 2380 mm

Asta 672 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 27.80 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1Nct  
:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 623 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 9.62 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 670 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = 4.75 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 621 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -7.54 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 672 asc x= 200.00 Tau Sup Max = 5.09 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 672 asc x= 200.00 Tau Inf Max = 5.09 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 672 asc x= 200.00 Sigma Id. Sup = 28.47 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1Nct  
:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 670 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 10.85 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 672 asc x= 200.00 Tau Med = 6.23 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 623 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 9.62 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 623 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 9.73 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 621 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -7.54 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 621 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -8.41 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

SEZIONE :TrvExt03

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	181 di 219

Aste :624 625 626 627 628 629 630 631 662 663 664 665 666 667 668 669

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 50 mm

Asta 669 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 23.86 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 669 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 23.33 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 631 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -5.53 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 631 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -5.07 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Anima : base= 40 mm , altezza= 2390 mm

Asta 669 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 23.33 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 662 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 20.81 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 631 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -5.07 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 624 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -2.89 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 625 asc x= 0.00 Tau Sup Max = 2.78 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 625 asc x= 0.00 Tau Inf Max = 3.00 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 669 asc x= 200.00 Sigma Id. Sup = 23.49 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 662 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 20.88 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 625 asc x= 0.00 Tau Med = 3.59 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 662 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 20.81 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 662 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 21.41 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 624 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -2.89 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 624 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -3.55 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

SEZIONE :TrvExt04

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	182 di 219

Aste :632 633 634 635 636 637 656 657 658 659 660 661

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 50 mm

Asta 632 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 20.18 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 632 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 19.76 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 656 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -7.74 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 656 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -7.13 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Anima : base= 40 mm , altezza= 2390 mm

Asta 632 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 19.76 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 637 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 23.27 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 656 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -7.13 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 660 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = -2.00 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 637 asc x= 0.00 Tau Sup Max = 2.04 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 637 asc x= 0.00 Tau Inf Max = 2.20 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 632 asc x= 0.00 Sigma Id. Sup = 19.77 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 637 asc x= 200.00 Sigma Id. Inf = 23.28 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 637 asc x= 0.00 Tau Med = 2.63 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 637 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 23.27 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	183 di 219

Asta 637 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 24.02 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 660 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -2.00 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 660 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = -2.48 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

SEZIONE :TrvExt05

Aste :638 639 640 641 642 643 650 651 652 653 654 655

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 50 mm

Asta 655 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 15.52 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 655 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 15.27 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 653 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -7.89 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 653 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = -7.28 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Anima : base= 40 mm , altezza= 2390 mm

Asta 655 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 15.27 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 639 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 23.23 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 653 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -7.28 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 638 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = 2.41 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 643 asc x= 0.00 Tau Sup Max = 2.11 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 643 asc x= 0.00 Tau Inf Max = 2.28 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (-)

Asta 638 asc x= 0.00 Sigma Id. Sup = 17.92 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1NCT:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Asta 638 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 23.29 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| (+)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	184 di 219

Asta 643 asc x= 0.00 Tau Med = 2.73 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 639 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 23.23 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 639 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 23.99 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 638 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = 2.41 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 638 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = 2.10 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

SEZIONE :TrvExt06

Aste :644 645 646 647 648 649

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 50 mm

Asta 649 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 8.59 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 649 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 8.60 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 649 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -6.26 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 649 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = -5.70 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Anima : base= 40 mm , altezza= 2390 mm

Asta 649 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 8.60 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 645 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 22.21 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1Nct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 649 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -5.70 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!  
GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) )

Asta 648 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = 7.82 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1Nct :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	185 di 219

Asta 645 asc x= 0.00 Tau Sup Max = 2.05 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 645 asc x= 0.00 Tau Inf Max = 2.21 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 644 asc x= 0.00 Sigma Id. Sup = 22.15 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1Nct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) (+)

Asta 646 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 22.22 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1Nct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) (+)

Asta 645 asc x= 0.00 Tau Med = 2.64 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 645 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 22.21 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1Nct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) (+)

Asta 645 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 22.71 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1Nct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) (+)

Asta 648 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = 7.82 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1Nct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 644 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = 8.01 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

### 12.3 Verifiche di resistenza trave catena – combinazione eccezionale

Si riportano le verifiche di resistenza calcolate in questo caso con la combinazione eccezionale della rottura dei pendini. Il procedimento di verifica è analogo alle verifiche condotte per la combinazione SLU.

Gli involuipi analizzati per le verifiche sono i seguenti:

N\_rp\_Ct.inv, M2\_rp\_Ct.inv, V3\_rp\_Ct.inv, M3\_rp\_Ct.inv, V2\_rp\_Ct.inv, T\_rp\_Ct.inv

SEZIONE :Cat01

Aste :16 17 18 19 20 73 74 75 76 77

Elemento Generico 1 : base= 40 mm , altezza= 3780 mm , xG= -766.7 mm , yG= 0 mm

Asta 73 asc x= 160.00 X= -78.67 Y= 382.00 SigmaMax = 12.25 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 75 asc x= 0.00 X= -78.67 Y= 382.00 SigmaMin = -2.59 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Involuppo :N\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+) (+)

Asta 74 asc x= 0.00 X= -78.67 Y= 382.00 TauTot = 0.60 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	186 di 219

Inviluppo :V2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 73 asc x= 160.00 X= -78.67 Y= 382.00 SigmaID = 12.31 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 73 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 1.07 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :T\_rp\_Ct :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Elemento Generico 2 : base= 1573.5 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= 1910 mm

Asta 75 asc x= 0.00 X= 78.68 Y= 0.00 SigmaMax = 6.12 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :N\_rp\_Ct :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 73 asc x= 160.00 X= 78.68 Y= 0.00 SigmaMin = -3.72 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 76 asc x= 140.00 X= -78.68 Y= 4.00 TauTot = 2.44 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 75 asc x= 0.00 X= 78.68 Y= 0.00 SigmaID = 6.99 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :N\_rp\_Ct :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 17 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 2.67 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Elemento Generico 3 : base= 40 mm , altezza= 3780 mm , xG= 766.7 mm , yG= 0 mm

Asta 73 asc x= 160.00 X= 74.67 Y= 382.00 SigmaMax = 10.89 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 73 asc x= 160.00 X= 78.67 Y= 4.00 SigmaMin = -3.57 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 74 asc x= 0.00 X= 74.67 Y= 382.00 TauTot = 0.60 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 73 asc x= 160.00 X= 74.67 Y= 382.00 SigmaID = 10.96 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 73 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 1.07 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :T\_rp\_Ct :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	187 di 219

Elemento Generico 4 : base= 1573.5 mm , altezza= 40 mm , xG= 0 mm , yG= -1910 mm

Asta 73 asc x= 160.00 X= -78.68 Y= 386.00 SigmaMax = 12.40 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 75 asc x= 0.00 X= -78.68 Y= 386.00 SigmaMin = -2.66 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :N\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 76 asc x= 140.00 X= -78.68 Y= 386.00 TauTot = 2.44 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 73 asc x= 160.00 X= -78.68 Y= 386.00 SigmaID = 12.63 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 17 asc x= 0.00 Tau Med Tot = 2.67 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato!

Inviluppo :V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

SEZIONE :TrvExt02

Aste :21 22 23 24 25 68 69 70 71 72

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1500 mm , altezza= 60 mm

Asta 72 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 17.36 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 72 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 16.85 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 68 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = 3.87 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 68 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = 3.96 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Anima : base= 40 mm , altezza= 2380 mm

Asta 72 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 16.85 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 68 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 7.37 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	188 di 219

Asta 68 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = 3.96 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 72 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = -3.37 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 72 asc x= 200.00 Tau Sup Max = 3.28 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 72 asc x= 200.00 Tau Inf Max = 3.28 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 72 asc x= 200.00 Sigma Id. Sup = 17.31 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 68 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 7.70 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 72 asc x= 200.00 Tau Med = 3.92 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Piattabanda Inferiore : base= 1500 mm , altezza= 60 mm

Asta 68 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 7.37 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 68 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 7.45 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 72 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -3.37 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 72 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = -3.88 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

SEZIONE :TrvExt03

Aste :26 27 28 29 30 31 62 63 64 65 66 67

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 50 mm

Asta 30 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 17.03 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 30 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 16.64 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 62 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -0.52 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 62 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -0.24 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Anima : base= 40 mm , altezza= 2390 mm

Asta 30 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 16.64 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 62 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 12.78 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 62 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -0.24 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	189 di 219

Asta 31 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -1.71 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 66 asc x= 200.00 Tau Sup Max = 1.31 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 66 asc x= 200.00 Tau Inf Max = 1.41 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 30 asc x= 200.00 Sigma Id. Sup = 16.66 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 62 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 12.81 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 66 asc x= 200.00 Tau Med = 1.69 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 62 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 12.78 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 62 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 13.10 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 31 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -1.71 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 31 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -2.17 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

SEZIONE :TrvExt04

Aste :32 33 34 35 36 37 56 57 58 59 60 61

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 50 mm

Asta 32 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 16.89 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 32 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 16.51 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 37 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -2.88 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 37 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = -2.52 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Anima : base= 40 mm , altezza= 2390 mm

Asta 32 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 16.51 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 37 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 15.13 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 37 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -2.52 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 33 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -1.63 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	190 di 219

Asta 37 asc x= 0.00 Tau Sup Max = 2.84 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 37 asc x= 0.00 Tau Inf Max = 3.06 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 33 asc x= 0.00 Sigma Id. Sup = 16.56 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 37 asc x= 200.00 Sigma Id. Inf = 15.51 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 37 asc x= 0.00 Tau Med = 3.67 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 37 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 15.13 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 37 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 15.58 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 33 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -1.63 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 33 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -2.09 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

SEZIONE :TrvExt05

Aste :38 39 40 41 42 43 50 51 52 53 54 55

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 50 mm

Asta 55 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 12.00 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 55 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 11.80 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 42 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -14.30 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 42 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = -13.49 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Anima : base= 40 mm , altezza= 2390 mm

Asta 55 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 11.80 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 43 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 25.35 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 42 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = -13.49 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 55 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = 2.48 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 39 asc x= 0.00 Tau Sup Max = 4.32 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	191 di 219

Asta 39 asc x= 0.00 Tau Inf Max = 4.66 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 43 asc x= 0.00 Sigma Id. Sup = 13.59 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 43 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 25.41 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 39 asc x= 0.00 Tau Med = 5.58 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 43 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 25.35 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 43 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 26.32 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 55 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = 2.48 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 55 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = 2.24 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

SEZIONE :TrvExt06

Aste :44 45 46 47 48 49

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 1300 mm , altezza= 50 mm

Asta 49 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 6.81 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 49 asc x= 200.00 Sigma Inf Max = 6.80 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 44 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -12.91 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 44 asc x= 0.00 Sigma Inf Min = -12.15 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Anima : base= 40 mm , altezza= 2390 mm

Asta 49 asc x= 200.00 Sigma Sup Max = 6.80 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 44 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 24.20 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 44 asc x= 0.00 Sigma Sup Min = -12.15 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 49 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = 6.53 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(-)

Asta 46 asc x= 200.00 Tau Sup Max = 4.07 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Asta 46 asc x= 200.00 Tau Inf Max = 4.38 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	192 di 219

Asta 44 asc x= 0.00 Sigma Id. Sup = 23.03 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! N\_rp\_Ct :Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 44 asc x= 0.00 Sigma Id. Inf = 24.34 < 33.81 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 46 asc x= 200.00 Tau Med = 5.25 < 19.52 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Piattabanda Inferiore : base= 1300 mm , altezza= 60 mm

Asta 44 asc x= 0.00 Sigma Sup Max = 24.20 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 44 asc x= 0.00 Sigma Inf Max = 25.11 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Asta 49 asc x= 200.00 Sigma Sup Min = 6.53 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Asta 49 asc x= 200.00 Sigma Inf Min = 6.52 < 31.90 kN/cm<sup>2</sup> Verificato! M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

## 12.4 Verifica imbozzamento trave catena – combinazione SLU

SEZIONE :TrvExt02

Aste :621 622 623 670 671 672

Min Beta/BetaMin= 2.31 nell'Asta: 620 621 622 nel sottopannello n°1 (di 1); GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

SEZIONE :TrvExt03

Aste :624 625 626 627 628 629 630 631 662 663 664 665 666 667 668 669

Min Beta/BetaMin= 4.5 nell'Asta: 623 624 nel sottopannello n°1 (di 1); GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(-)

SEZIONE :TrvExt04

Aste :632 633 634 635 636 637 656 657 658 659 660 661

Min Beta/BetaMin= 4.32 nell'Asta: 653 654 655 656 nel sottopannello n°1 (di 1); GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	193 di 219

SEZIONE :TrvExt05

Aste :638 639 640 641 642 643 650 651 652 653 654 655

Min Beta/BetaMin= 4.32 nell'Asta: 653 654 655 656 nel sottopannello n°1 (di 1); GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

SEZIONE :TrvExt06

Aste :644 645 646 647 648 649

Min Beta/BetaMin= 4.63 nell'Asta: 649 650 651 652 nel sottopannello n°1 (di 1); GR1M2Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3(+)

Di seguito si riporta solamente la verifica estesa per la sezione più sollecitata (tipo sezione: :TrvExt02), questo per non appesantire la trattazione.

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	194 di 219

=====

VERIFICA IMBOZZAMENTO - norme CNR 10011/88; Pannello 620 621 622

=====

GEOMETRIA DELLA TRAVE

-----

Altezza anima trave = 240.0 cm  
 Interasse irrigidimenti trasversali = 560.0 cm  
 Spessore = 4 cm  
 Coefficiente alpha complessivo = 2.33

Acciaio S355dm08: fy = 35.5 kN/cm<sup>2</sup>  
 Gamma, coefficiente di sicurezza = 1.10

Numero di pannelli sull'altezza della trave = 1

-----

□

GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| MASSIMI

STATO TENSIONALE ( compressione < 0) [soluzione puramente elastica]

-----

...Estremo sinistro...

Tensione normale estremo superiore anima = 21.06 kN/cm<sup>2</sup>  
 Tensione normale estremo inferiore anima = -5.89 kN/cm<sup>2</sup>  
 Tensione tangenziale media = -1.71 kN/cm<sup>2</sup>

...Estremo destro...

Tensione normale estremo superiore anima = 17.81 kN/cm<sup>2</sup>  
 Tensione normale estremo inferiore anima = -0.87 kN/cm<sup>2</sup>  
 Tensione tangenziale media = -0.57 kN/cm<sup>2</sup>

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	195 di 219

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Tensioni di verifica:  $\sigma = -4.81$        $\tau = 1.47$

Parametri:  $\alpha = 2.33$        $\psi = -4.23$

Coefficienti di imbozzamento:  $K\sigma = 23.90$        $K\tau = 4.86$

Tensioni id. di imbozzamento:  $\sigma_{cr} = 123.62$        $\tau_{cr} = 25.14$

Tensione id. di confronto:  $\sigma_{cr,id} = 31.86$

Coeff. riduttivi tensione di confronto  $\mu = 1.00$        $\beta = 1.00$

Condizione di verifica:  $\frac{\sigma_{cr,id}}{\beta \sqrt{(\sigma^2 + 3\tau^2)}} = 5.86 \geq 1.00$

Pannello Verificato      ( $\beta/\beta_{min} = 5.86$ )

GR1V3Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3| MINIMI

STATO TENSIONALE ( compressione < 0)

[soluzione puramente elastica]

...Estremo sinistro...

Tensione normale estremo superiore anima = 25.97 kN/cm<sup>2</sup>  
Tensione normale estremo inferiore anima = -7.40 kN/cm<sup>2</sup>  
Tensione tangenziale media = -7.01 kN/cm<sup>2</sup>

...Estremo destro...

Tensione normale estremo superiore anima = 12.43 kN/cm<sup>2</sup>  
Tensione normale estremo inferiore anima = 3.73 kN/cm<sup>2</sup>  
Tensione tangenziale media = -4.73 kN/cm<sup>2</sup>

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	196 di 219

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO

-----

Tensioni di verifica:  $\sigma = -7.40$   $\tau = 6.52$

Parametri:  $\alpha = 2.33$   $\psi = -3.51$

Coefficienti di imbozzamento:  $K\sigma = 23.90$   $K\tau = 4.86$

Tensioni id. di imbozzamento:  $\sigma_{cr} = 123.62$   $\tau_{cr} = 25.14$

Tensione id. di confronto:  $\sigma_{cr,id} = 31.19$

Coeff. riduttivi tensione di confronto  $\mu = 1.00$   $\beta = 1.00$

Condizione di verifica:  $\frac{\sigma_{cr,id}}{\beta \sqrt{(\sigma^2 + 3\tau^2)}} = 2.31 \geq 1.00$

Pannello Verificato ( $\beta/\beta_{min} = 2.31$ )

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	197 di 219

## 12.5 Verifica imbozzamento trave catena – combinazione eccezionale

Si riportano le verifiche di imbozzamento calcolate in questo caso con la combinazione eccezionale della rottura dei pendini. Il procedimento di verifica è analogo alle verifiche condotte per la combinazione SLU.

SEZIONE :TrvExt01

Aste :16 17 18 19 20 73 74 75 76 77

Min Beta/BetaMin= 2.44 nell'Asta: 74 75 76 nel sottopannello n°1 (di 2); V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

SEZIONE :TrvExt02

Aste :21 22 23 24 25 68 69 70 71 72

Min Beta/BetaMin= 3.58 nell'Asta: 71 72 73 nel sottopannello n°2 (di 2); V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

SEZIONE :TrvExt03

Aste :26 27 28 29 30 31 62 63 64 65 66 67

Min Beta/BetaMin= 9.15 nell'Asta: 65 66 67 68 nel sottopannello n°2 (di 2); V3\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

SEZIONE :TrvExt04

Aste :32 33 34 35 36 37 56 57 58 59 60 61

Min Beta/BetaMin= 2.47 nell'Asta: 37 38 39 40 nel sottopannello n°1 (di 2); M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

SEZIONE :TrvExt05

Aste :38 39 40 41 42 43 50 51 52 53 54 55

Min Beta/BetaMin= 2.31 nell'Asta: 41 42 43 44 nel sottopannello n°1 (di 2); M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

SEZIONE :TrvExt06

Aste :44 45 46 47 48 49

Min Beta/BetaMin= 2.31 nell'Asta: 41 42 43 44 nel sottopannello n°1 (di 2); M2\_rp\_Ct:Fase1|Fase2|Ritiro|Fase3|(+)

### 13 VERIFICA TRAVERSI INTERMEDI

Si verificano in questo paragrafo i traversi HE 1000x438 disposti a interasse 200 cm e portanti le orditure secondarie (longherine) e le sovrastrutture ferroviarie; il calcolo delle sollecitazioni è stato effettuato da modello locale e globale.

Nella verifica di resistenza dei traversi non si considera il contributo di resistenza fornito dalla lamiera di spessore 30 mm, la cui presenza svolge solo funzione di controventamento e viene considerata esclusivamente nelle verifiche di deformazione globale.

#### 13.1 Caratteristiche geometriche

<b>Dati di base</b>				
Luce traversi	L =	1540,0	cm	
Interasse traversi	l =	200,0	cm	
Interasse tra le longherine	i =	152,0	cm	
Altezza sagoma treno	Ht =	450,0	cm	
Distanza baric. treno - P.F.	Hb =	225,0	cm	
Distanza P.F. - baricentro traversi	Hbt =	125	cm	
Distanza appoggio - longherina	d =	694,0	cm	
Coeff. adattamento LM71	$\alpha =$	1,1		
Coeff. adattamento SW/2	$\alpha =$	1,0		
Coeff. Adattamento dinamico	$\beta =$	1,0		
Lunghezza caratteristica (ridotto standard manutentivo)	$L_{\Phi} = 2L =$	30,8	m	
Coefficiente dinamico	$\Phi_3 =$	1,134		
Coefficiente dinamico	$\Phi = \Phi_3 * \beta =$	1,134		



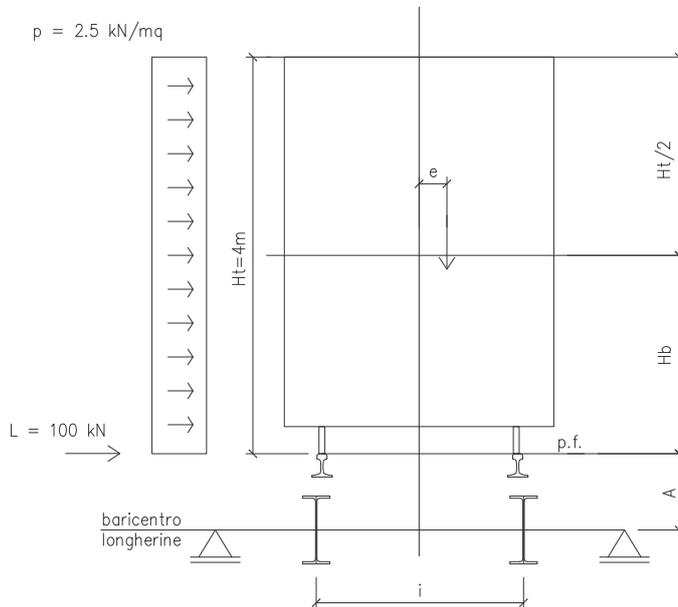
Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	200 di 219

### FORZE VERTICALI

Carico distribuito LM71 (x 1,1) =	171.875	kN/ml		
Carico distribuito SW/2 (x 1,0) =	150.000	kN/ml		
Reazione variab. longherine LM71 e+			Pa =	189.97 kN
Reazione variab. longherine LM71 e-			Pb =	153.78 kN
Reazione variab. longherine SW/2			Pa = Pb =	150.00 kN

### AZIONI ORIZZONTALI



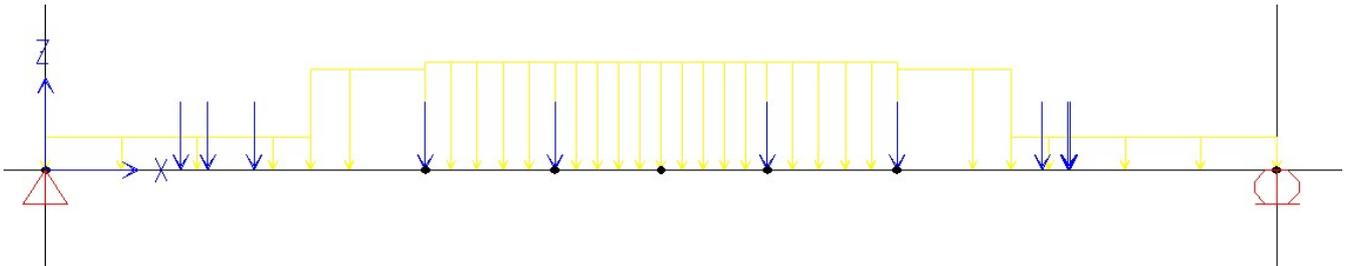
### FORZE ORIZZONTALI (non fattorizzate)

Vento sul treno	$v1=2.5Ht \times l =$	22.5	kN
Serpeggio	$AL =$	100	kN

### FORZE VERTICALI CONSEGUENTI ALLE ORIZZONTALI

Vento sul treno	$uv1=v1(Hb+Hbt)/i=$	51.81	kN
Serpeggio	$uL=Al \times Hbt/i=$	82.24	kN

### 13.3 Sollecitazioni



Dal modello Sap di trave semplicemente appoggiata si sono ottenute le seguenti sollecitazioni.

#### **MASSIMI MOMENTI FLETTENTI VERTICALI**

	<b>LM71</b>	<b>SW/2</b>	
Peso proprio traverso	113.52	113.52	kNm
Reazione permanenti longherine	1004.00	1004.00	kNm
Vento	46.94	46.94	kNm
Serpeggio	73.25	73.25	kNm
Sovraccarico non dinamizzato	1063.95		kNm
Sovraccarico non dinamizzato		914.33	kNm
<b>Totale momento verticale - SLU</b>	<b>3578.87</b>	<b>3329.80</b>	<b>kNm</b>

#### **MASSIMI SFORZI DI TAGLIO**

	<b>LM71</b>	<b>SW/2</b>	
Peso proprio traverso	31.54	31.54	kN
Reazione permanenti longherine	207.84	207.84	kN
Vento	5.56	5.56	kN
Serpeggio	8.68	8.68	kN
Sovraccarico non dinamizzato	217.74		kN
Sovraccarico non dinamizzato		191.67	kN
<b>Totale taglio - SLU</b>	<b>734.40</b>	<b>691.00</b>	<b>kN</b>



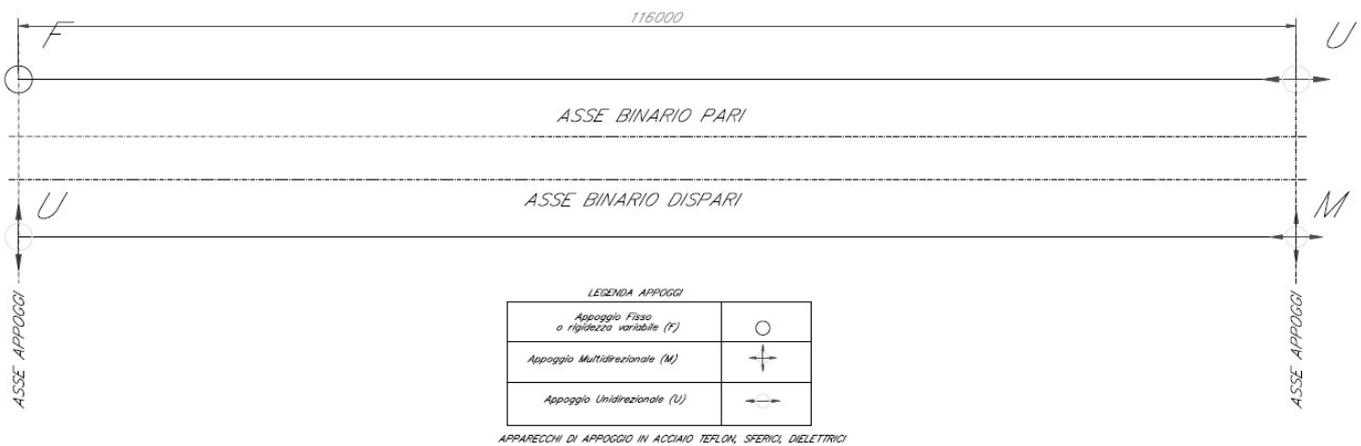
### 13.5 Verifiche di resistenza (SLU)

Si eseguono le verifiche in campo elastico essendo la classe della sezione 4.

PROFILO HE1000x438	Mvert = 3578.87	kNm	
	Moriz = 0.00	kNm	
	T = 734.40	kN	
Larghezza ali	b = 305	cm	
Spessore ali	e = 4.9	cm	
Altezza anima	hw = 92.8	cm	
Spessore anima	a = 2.69	cm	
Altezza profilo	h = 102.6	cm	
Area lorda	A = 557	cm <sup>2</sup>	
Jx lordo	Jx = 909800	cm <sup>4</sup>	
Jx netto	Jxn = 809594	cm <sup>4</sup>	
Wx lordo	Wx = 17735	cm <sup>3</sup>	
Wx netto	Wxn = 15782	cm <sup>3</sup>	
Wx2 netto	Wx2n = 17448		
Jy lordo	Jy = 23360	cm <sup>4</sup>	
Jy netto	Jyn = 19342	cm <sup>4</sup>	
Wy lordo	Wy = 1532	cm <sup>3</sup>	
Wy netto	Wyn = 1532	cm <sup>3</sup>	
$\sigma_1 = M_{vert}/W_{xn} + M_{oriz}/W_{yn} =$	22.68	kN/cm <sup>2</sup>	< 31.9
$\sigma_2 = M_{vert}/W_{x2n} =$	20.51	kN/cm <sup>2</sup>	< 31.9
$\tau_{max} = T / (hw \times a) =$	2.94	kN/cm <sup>2</sup>	< 19.52
$\sigma_{id} = (\sigma_2^2 + 3\tau^2)^{0.5} =$	21.13	kN/cm <sup>2</sup>	< 31.9

## 14 CARICHI SUGLI APPOGGI

Lo schema dei vincoli per il ponte in esame è quello indicato nella seguente immagine e si compone di quattro appoggi, che si differenziano per il grado di vincolo imposto rispetto gli spostamenti.



All'interno dei modelli agli elementi finiti i nodi sede degli appoggi del ponte ad arco sono i seguenti:

Nodi (joints)	Tipologia di apparecchio di appoggio
<b>7017 - 107017</b>	Appoggio unidirezionale trasversale (tramite constraint tra i nodi vincola gli spostamenti verticali e longitudinali)
<b>7617-107617</b>	Appoggio fisso (tramite constraint tra i nodi vincola gli spostamenti verticali, longitudinali e trasversali)
<b>7077-107077</b>	Appoggio mobile (tramite constraint tra i nodi vincola gli spostamenti solo verticali)
<b>7617-107617</b>	Appoggio unidirezionale longitudinale (tramite constraint tra i nodi vincola gli spostamenti verticali e trasversali)

## 14.1 Inviluppi reazioni appoggi

Per ottenere i valori massimi agli appoggi si sono involuppate le varie reazioni per le varie condizioni di carico già descritte nei capitoli precedenti. Questo è stato possibile tramite un post-processore del Sap2000 il Reaz. Questo programma permette di dichiarare i nodi di cui si vuole ottenere le reazioni massimizzando una certa direzione. A titolo di esempio si riporta di seguito il file di input del Reaz per i carichi da traffico, in cui si vuole massimizzare le reazioni verticali.

Reaz 2

\*max Fz

\*carico 1 LM71P

1 LM71PM01.out  
1 LM71PV01.out  
1 LM71P\_EmiM01.out  
1 LM71P\_EmiM02.out  
1 LM71P\_EmiM03.out  
1 LM71P\_EmiV01.out  
1 LM71P\_EmiV02.out  
1 LM71P\_EmiV03.out

\*carico 2 LM71D

1 LM71DM01.out  
1 LM71DV01.out  
1 LM71D\_EmiM01.out  
1 LM71D\_EmiM02.out  
1 LM71D\_EmiM03.out  
1 LM71D\_EmiV01.out  
1 LM71D\_EmiV02.out  
1 LM71D\_EmiV03.out

\*carico 3 SW2P

1 SW2PM01.out  
1 SW2PV01.out  
1 SW2P\_EmiM01.out  
1 SW2P\_EmiM02.out  
1 SW2P\_EmiM03.out  
1 SW2P\_EmiV01.out

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	206 di 219

1 SW2P\_EmiV02.out

1 SW2P\_EmiV03.out

\*carico 4 SW2D

1 SW2PM01.out

1 SW2PV01.out

1 SW2P\_EmiM01.out

1 SW2P\_EmiM02.out

1 SW2P\_EmiM03.out

1 SW2P\_EmiV01.out

1 SW2P\_EmiV02.out

1 SW2P\_EmiV03.out

\*carico 5 SerpLM71P

1 LM71SerpPdxM01.out

1 LM71SerpPdxV01.out

1 LM71SerpPdx\_EmiM01.out

1 LM71SerpPdx\_EmiM02.out

1 LM71SerpPdx\_EmiM03.out

1 LM71SerpPdx\_EmiV01.out

1 LM71SerpPdx\_EmiV02.out

1 LM71SerpPdx\_EmiV03.out

1 LM71SerpPsxM01.out

1 LM71SerpPsxV01.out

1 LM71SerpPsx\_EmiM01.out

1 LM71SerpPsx\_EmiM02.out

1 LM71SerpPsx\_EmiM03.out

1 LM71SerpPsx\_EmiV01.out

1 LM71SerpPsx\_EmiV02.out

1 LM71SerpPsx\_EmiV03.out

\*carico 6 SerpLM71D

1 LM71SerpDdxM01.out

1 LM71SerpDdxV01.out

1 LM71SerpDdx\_EmiM01.out

1 LM71SerpDdx\_EmiM02.out

1 LM71SerpDdx\_EmiM03.out

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	207 di 219

1 LM71SerpDdx\_EmiV01.out  
 1 LM71SerpDdx\_EmiV02.out  
 1 LM71SerpDdx\_EmiV03.out  
 1 LM71SerpDsxM01.out  
 1 LM71SerpDsxV01.out  
 1 LM71SerpDsx\_EmiM01.out  
 1 LM71SerpDsx\_EmiM02.out  
 1 LM71SerpDsx\_EmiM03.out  
 1 LM71SerpDsx\_EmiV01.out  
 1 LM71SerpDsx\_EmiV02.out  
 1 LM71SerpDsx\_EmiV03.out

\*carico 7 SerpSW2P

1 SW2SerpPdxM01.out  
 1 SW2SerpPdxV01.out  
 1 SW2SerpPdx\_EmiM01.out  
 1 SW2SerpPdx\_EmiM02.out  
 1 SW2SerpPdx\_EmiM03.out  
 1 SW2SerpPdx\_EmiV01.out  
 1 SW2SerpPdx\_EmiV02.out  
 1 SW2SerpPdx\_EmiV03.out  
 1 SW2SerpPsxM01.out  
 1 SW2SerpPsxV01.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiM01.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiM02.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiM03.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiV01.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiV02.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiV03.out

\*carico 8 SerpSW2D

1 SW2SerpPdxM01.out  
 1 SW2SerpPdxV01.out  
 1 SW2SerpPdx\_EmiM01.out  
 1 SW2SerpPdx\_EmiM02.out  
 1 SW2SerpPdx\_EmiM03.out  
 1 SW2SerpPdx\_EmiV01.out  
 1 SW2SerpPdx\_EmiV02.out

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	208 di 219

1 SW2SerpPdx\_EmiV03.out  
 1 SW2SerpPsxM01.out  
 1 SW2SerpPsxV01.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiM01.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiM02.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiM03.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiV01.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiV02.out  
 1 SW2SerpPsx\_EmiV03.out

\*Campate Camp\_reaz.cmp

\*NomeAppoggi

LATO FISSO-UNID

LATO UNID-MULTID

\*inviluppo Rapp\_fer\_Fz.txt

Di seguito si riporta l'output del Reaz per questa determinata condizione di inviluppo.

INVILUPPO REAZIONI

\_\_\_\_LATO FISSO-UNID

LM71P

Max (File: LM71P\_EmiM03 CC:1 ) Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-268.097	0.000	1996.921	0.000	0.000	0.000
7617	268.097	-33.281	3707.891	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71PM01 CC:33 ) Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-2.451	0.000	-0.590	0.000	0.000	0.000
7617	2.451	-0.304	0.590	0.000	0.000	0.000

Max (File: LM71P\_EmiM03 CC:1 ) Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
------	----	----	----	----	----	----

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	209 di 219

7017            -268.097    0.000    1996.921    0.000    0.000    0.000

7617            268.097    -33.281    3707.891    0.000    0.000    0.000

Min (File: LM71PM01 CC:158 )            Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	2.762	0.000	-0.384	0.000	0.000	0.000
7617	-2.762	0.343	-1.685	0.000	0.000	0.000

LM71D

Max (File: LM71D\_EmiM03 CC:1 )            Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	268.484	0.000	3707.961	0.000	0.000	0.000
7617	-268.484	33.329	1996.851	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71DM01 CC:33 )            Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-2.451	0.000	-0.590	0.000	0.000	0.000
7617	2.451	-0.304	0.590	0.000	0.000	0.000

Max (File: LM71D\_EmiM03 CC:1 )            Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	268.484	0.000	3707.961	0.000	0.000	0.000
7617	-268.484	33.329	1996.851	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71DM01 CC:158 )            Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	2.762	0.000	-0.384	0.000	0.000	0.000
7617	-2.762	0.343	-1.685	0.000	0.000	0.000

SW2P

Max (File: SW2PM01 CC:40 )            Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-540.175	0.000	1866.643	0.000	0.000	0.000
7617	540.175	-67.056	3919.609	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2PM01 CC:158 )            Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-7.986	0.000	-3.798	0.000	0.000	0.000
7617	7.986	-0.991	1.212	0.000	0.000	0.000

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	210 di 219

Max (File: SW2PM01 CC:40 )      Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-540.175	0.000	1866.643	0.000	0.000	0.000
7617	540.175	-67.056	3919.609	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2PM01 CC:158 )      Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-7.986	0.000	-3.798	0.000	0.000	0.000
7617	7.986	-0.991	1.212	0.000	0.000	0.000

SW2D

Max (File: SW2PM01 CC:40 )      Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-540.175	0.000	1866.643	0.000	0.000	0.000
7617	540.175	-67.056	3919.609	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2PM01 CC:158 )      Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-7.986	0.000	-3.798	0.000	0.000	0.000
7617	7.986	-0.991	1.212	0.000	0.000	0.000

Max (File: SW2PM01 CC:40 )      Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-540.175	0.000	1866.643	0.000	0.000	0.000
7617	540.175	-67.056	3919.609	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2PM01 CC:158 )      Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-7.986	0.000	-3.798	0.000	0.000	0.000
7617	7.986	-0.991	1.212	0.000	0.000	0.000

SerpLM71P

Max (File: LM71SerpPsxM01 CC:40 )      Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-0.902	0.000	454.600	0.000	0.000	0.000
7617	0.902	-0.112	305.455	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71SerpPsx\_EmiM01 CC:27 )      Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
------	----	----	----	----	----	----

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	211 di 219

7017            -8.746    0.000    -13.941    0.000    0.000    0.000

7617            8.746    -1.086    13.941    0.000    0.000    0.000

Max (File: LM71SerpPsxM01 CC:40 )    Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-0.902	0.000	454.600	0.000	0.000	0.000
7617	0.902	-0.112	305.455	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71SerpPdxM01 CC:66 )    Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	8.746	0.000	13.941	0.000	0.000	0.000
7617	-8.746	1.086	-13.941	0.000	0.000	0.000

SerpLM71D

Max (File: LM71SerpDdxM01 CC:40 )    Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-0.902	0.000	454.600	0.000	0.000	0.000
7617	0.902	-0.112	305.455	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71SerpDsxM01 CC:66 )    Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-8.742	0.000	-13.940	0.000	0.000	0.000
7617	8.742	-1.085	13.940	0.000	0.000	0.000

Max (File: LM71SerpDdxM01 CC:40 )    Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-0.902	0.000	454.600	0.000	0.000	0.000
7617	0.902	-0.112	305.455	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71SerpDdx\_EmiM01 CC:27 )    Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	8.742	0.000	13.940	0.000	0.000	0.000
7617	-8.742	1.085	-13.940	0.000	0.000	0.000

SerpSW2P

Max (File: SW2SerpPdx\_EmiM01 CC:27 )    Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	7.951	0.000	12.674	0.000	0.000	0.000
7617	-7.951	0.987	-12.674	0.000	0.000	0.000

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	212 di 219

Min (File: SW2SerpPsx\_EmiM01 CC:27 ) Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-7.951	0.000	-12.674	0.000	0.000	0.000
7617	7.951	-0.987	12.674	0.000	0.000	0.000

Max (File: SW2SerpPsx\_EmiM01 CC:27 ) Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-7.951	0.000	-12.674	0.000	0.000	0.000
7617	7.951	-0.987	12.674	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2SerpPdx\_EmiM01 CC:27 ) Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	7.951	0.000	12.674	0.000	0.000	0.000
7617	-7.951	0.987	-12.674	0.000	0.000	0.000

SerpSW2D

Max (File: SW2SerpPdx\_EmiM01 CC:27 ) Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	7.951	0.000	12.674	0.000	0.000	0.000
7617	-7.951	0.987	-12.674	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2SerpPsx\_EmiM01 CC:27 ) Nodo 7017

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-7.951	0.000	-12.674	0.000	0.000	0.000
7617	7.951	-0.987	12.674	0.000	0.000	0.000

Max (File: SW2SerpPsx\_EmiM01 CC:27 ) Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	-7.951	0.000	-12.674	0.000	0.000	0.000
7617	7.951	-0.987	12.674	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2SerpPdx\_EmiM01 CC:27 ) Nodo 7617

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7017	7.951	0.000	12.674	0.000	0.000	0.000
7617	-7.951	0.987	-12.674	0.000	0.000	0.000

\_\_\_\_\_ LATO UNID-MULTID

LM71P

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	213 di 219

Max (File: LM71P\_EmiM03 CC:76 )      Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	2096.484	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	24.285	3642.572	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71PM01 CC:161 )      Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	-0.446	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.188	0.446	0.000	0.000	0.000

Max (File: LM71P\_EmiM03 CC:76 )      Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	2096.484	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	24.285	3642.572	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71PM01 CC:36 )      Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	-0.353	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	0.349	-1.633	0.000	0.000	0.000

LM71D

Max (File: LM71D\_EmiM03 CC:76 )      Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	3642.375	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-24.421	2096.682	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71DM01 CC:161 )      Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	-0.446	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.188	0.446	0.000	0.000	0.000

Max (File: LM71D\_EmiM03 CC:76 )      Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	3642.375	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-24.421	2096.682	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71DM01 CC:36 )      Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	-0.353	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	0.349	-1.633	0.000	0.000	0.000

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	214 di 219

SW2P

Max (File: SW2PM01 CC:103 )

Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	1920.726	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-30.099	3865.526	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2PM01 CC:174 )

Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	1.308	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	0.551	-1.308	0.000	0.000	0.000

Max (File: SW2PM01 CC:103 )

Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	1920.726	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-30.099	3865.526	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2PM01 CC:160 )

Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	2.645	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	1.120	-2.645	0.000	0.000	0.000

SW2D

Max (File: SW2PM01 CC:103 )

Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	1920.726	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-30.099	3865.526	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2PM01 CC:174 )

Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	1.308	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	0.551	-1.308	0.000	0.000	0.000

Max (File: SW2PM01 CC:103 )

Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	1920.726	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-30.099	3865.526	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2PM01 CC:160 )

Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	2.645	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	1.120	-2.645	0.000	0.000	0.000

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	215 di 219

7077	0.000	0.000	2.645	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	1.120	-2.645	0.000	0.000	0.000

SerpLM71P

Max (File: LM71SerpPsxM01 CC:153 ) Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	452.247	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.392	303.835	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71SerpPsx\_EmiM02 CC:36 ) Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	-13.420	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.611	13.420	0.000	0.000	0.000

Max (File: LM71SerpPsxM01 CC:153 ) Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	452.247	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.392	303.835	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71SerpPdxM01 CC:135 ) Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	13.420	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	0.611	-13.420	0.000	0.000	0.000

SerpLM71D

Max (File: LM71SerpDdxM01 CC:153 ) Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	452.247	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.392	303.835	0.000	0.000	0.000

Min (File: LM71SerpDsxM01 CC:135 ) Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	-13.422	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.612	13.422	0.000	0.000	0.000

Max (File: LM71SerpDdxM01 CC:153 ) Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	452.247	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.392	303.835	0.000	0.000	0.000

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	216 di 219

Min (File: LM71SerpDdx\_EmiM02 CC:36 ) Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	13.422	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	0.612	-13.422	0.000	0.000	0.000

SerpSW2P

Max (File: SW2SerpPdx\_EmiM02 CC:36 ) Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	12.201	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	0.556	-12.201	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2SerpPdxM01 CC:135 ) Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	-12.202	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.557	12.202	0.000	0.000	0.000

Max (File: SW2SerpPdxM01 CC:135 ) Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	-12.202	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.557	12.202	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2SerpPdx\_EmiM02 CC:36 ) Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	12.201	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	0.556	-12.201	0.000	0.000	0.000

SerpSW2D

Max (File: SW2SerpPdx\_EmiM02 CC:36 ) Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	12.201	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	0.556	-12.201	0.000	0.000	0.000

Min (File: SW2SerpPdxM01 CC:135 ) Nodo 7077

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	-12.202	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.557	12.202	0.000	0.000	0.000

Max (File: SW2SerpPdxM01 CC:135 ) Nodo 7677

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	-12.202	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	-0.557	12.202	0.000	0.000	0.000

Relazione di predimensionamento Impalcato ad arco 120m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA97	00 R 09	CL	VI2100 001	A	217 di 219

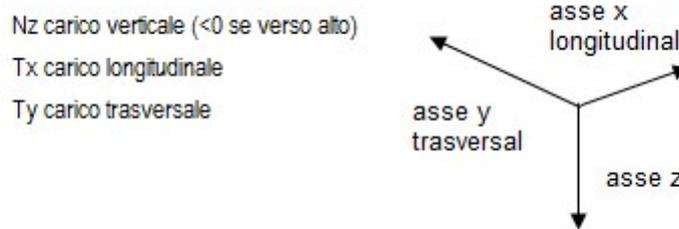
7077            0.000    0.000    -12.202    0.000    0.000    0.000

7677            0.000    -0.557    12.202    0.000    0.000    0.000

Min (File: SW2SerpPdx\_EmiM02 CC:36 )    Nodo 7677

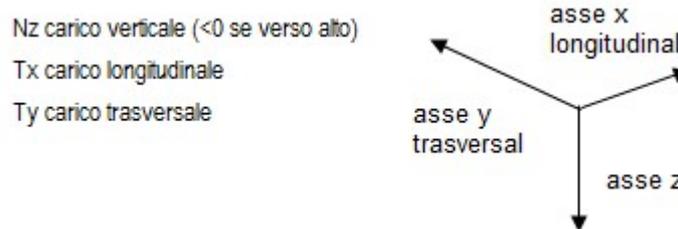
Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7077	0.000	0.000	12.201	0.000	0.000	0.000
7677	0.000	0.556	-12.201	0.000	0.000	0.000

## 14.2 Reazioni appoggi pila – Lato fisso



<b>PILA 1 - Fissa</b>						
	<b>Appoggio 1 - Fisso</b>			<b>Appoggio 2 - Unitrasv</b>		
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz
	kN	kN	kN	kN	kN	kN
<b>CARICHI PERMANENTI</b>						
Peso proprio strutturale	0	0	5700	0	0	5700
Carichi permanenti portati	0	0	3900	0	0	3900
Ballast	0	0	4800	0	0	4800
<b>CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO*</b>						
LM71 - Binario pari	0	0	4300	0	0	2150
SW2 - Binario pari	0	0	3750	0	0	1875
LM71 - Binario dispari	0	0	2150	0	0	4300
SW2 - Binario dispari	0	0	1875	0	0	3750
<b>CARICHI ORIZZONTALI DA TRAFFICO*</b>						
LM71 - Frenatura binario pari (+/-)	1325	0	0	1325	0	0
LM71/SW2 - avviamento binario pari (+/-)	500	0	0	500	0	0
LM71 - Serpeggio binario pari (+/-)	0	110	0	0	0	0
SW2- Frenatura binario pari (+/-)	2100	0	0	2100	0	0
LM71 - Frenatura binario dispari (+/-)	1325	0	0	1325	0	0
LM71/SW2 - avviamento binario dispari (+/-)	500	0	0	500	0	0
LM71 - Serpeggio binario dispari (+/-)	0	110	0	0	0	0
SW2- Frenatura binario dispari (+/-)	2100	0	0	2100	0	0
<b>VENTO</b>						
Vento Y(+)	0	1500	-970	0	0	970
Vento Y(-)	0	-1500	970	0	0	-970

### 14.3 Reazioni appoggi pila – Lato mobile



<b>PILA 2 - Mobile</b>						
	<b>Appoggio 1 - Unilong</b>			<b>Appoggio 2 - Multi</b>		
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz
	kN	kN	kN	kN	kN	kN
<b>CARICHI PERMANENTI</b>						
Carichi acciaio	0	0	5700	0	0	5700
Carichi soletta	0	0	3900	0	0	3900
Carichi permanenti portati	0	0	4800	0	0	4800
<b>CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO*</b>						
LM71 - Binario pari	0	0	4300	0	0	2150
SW2 - Binario pari	0	0	3750	0	0	1875
LM71 - Binario dispari	0	0	2150	0	0	4300
SW2 - Binario dispari	0	0	1875	0	0	3750
<b>CARICHI ORIZZONTALI DA TRAFFICO*</b>						
LM71 - Frenatura binario pari (+/-)	0	0	0	0	0	0
LM71/SW2 - avviamento binario pari (+/-)	0	0	0	0	0	0
LM71 - Serpeggio binario pari (+/-)	0	110	0	0	0	0
SW2- Frenatura binario pari (+/-)	0	0	0	0	0	0
LM71 - Frenatura binario dispari (+/-)	0	0	0	0	0	0
LM71/SW2 - avviamento binario pari (+/-)	0	0	0	0	0	0
LM71 - Serpeggio binario dispari (+/-)	0	110	0	0	0	0
SW2- Frenatura binario dispari (+/-)	0	0	0	0	0	0
<b>VENTO</b>						
Vento Y(+)	0	1500	-970	0	0	970
Vento Y(-)	0	-1500	970	0	0	-970