

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria



Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

IV03 – CAVALCAFERROVIA AL KM 12+116
Relazione di calcolo spalle

L'Appaltatore
Ing. Gianguido Babini

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.
Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)
Ing. Massimo Facchini

Data

firma

Data

firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	I V 0 3 0 4	0 0 1	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Ing. M. Calderoni	Dicembre 2022	Ing. V. Calzona	Dicembre 2022	Ing. S. Canale	Dicembre 2022	
B	Aggiornamento a seguito RDV 0267	Ing. L. Fico	24/07/2023	Ing. M. Calderoni	24/07/2023	Ing. S. Canale	24/07/2023	Ing. M. Facchini Luglio 2023

File: LI0B02EZZCLIV0304001B.DOCX

n. Elab.

<small>MANDATARIA</small>  <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	<small>MANDANTI</small> 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	<small>COMMESSA</small> LI0B	<small>LOTTO</small> 02	<small>FASE</small> E	<small>ENTE</small> ZZ	<small>TIPO DOC</small> CL	<small>OPERA 7 DISCIPLINA</small> IV 03 04			<small>PROGR</small> 001

INDICE

1.. PREMESSA	3
1.1 IV03 - Cavalcaferrovia al km 12+116.....	3
2.. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1 Documenti Referenziati	6
2.2 Unità di misura	6
3.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
3.1 Calcestruzzo Fondazione e pali (C25/30).....	7
3.2 Calcestruzzo elevazione (C32/40).....	7
3.3 Acciaio Per Armature Ordinarie B450c.....	8
3.4 Classi di esposizione e copriferri	8
4.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	10
4.1 Terreno di ricoprimento/rinterro	10
4.2 Coefficienti di spinta	10
5.. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	11
6.. ANALISI DEI CARICHI	13
6.1 Peso proprio della struttura	13
6.2 Peso del terreno a monte dell'opera	13
6.3 Carichi fissi non strutturali	13
6.4 Spinta statica del terreno a monte della spalla	13
6.5 Incremento di spinta su spalla dovuto al sovraccarico stradale	14
6.6 Incremento di spinta sulla spalla dovuto al sisma	14
6.7 Azioni trasmesse dall'impalcato.....	15
7.. COMBINAZIONI DI CARICO	16
8.. MODELLAZIONE ED ANALSI STRUTTURALE.....	22
8.1 Software di calcolo	22
8.2 Metodo ed ipotesi di calcolo	23
8.3 Metodologia di analisi.....	23
8.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura	24
8.5 Geometria del modello di calcolo.....	24
8.6 Carichi e masse	26
9.. CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.....	32
9.1 Verifica agli stati limite ultimi.....	32
9.2 Verifiche di stato limite di esercizio.....	34
10. ANALISI STRUTTURALE SPALLA A.....	35
10.1 Analisi globale della spalla	35
10.2 Verifiche strutturali della spalla.....	39

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV03 - Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	2

11.	ANALISI STRUTTURALE SPALLA B	75
11.1	Analisi globale della spalla	75
11.2	Verifiche strutturali della spalla	78
12.	RITEGNI SISMICI	113
13.	GIUNTI	113

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	3

1. PREMESSA

Il presente elaborato attiene alla progettazione esecutiva per la realizzazione dei Lotti 2 e 3 Termoli - Ripalta del raddoppio della tratta ferroviaria Termoli – Lesina sulla Linea Pescara – Bari, dal km 0+000 al km 24+900, per uno sviluppo di circa 24,9 km.

In particolare la presente relazione di calcolo fa riferimento al dimensionamento e verifica delle spalle del cavalcavia denominato “IV03 – Cavalcaferrovia al km 12+116”.

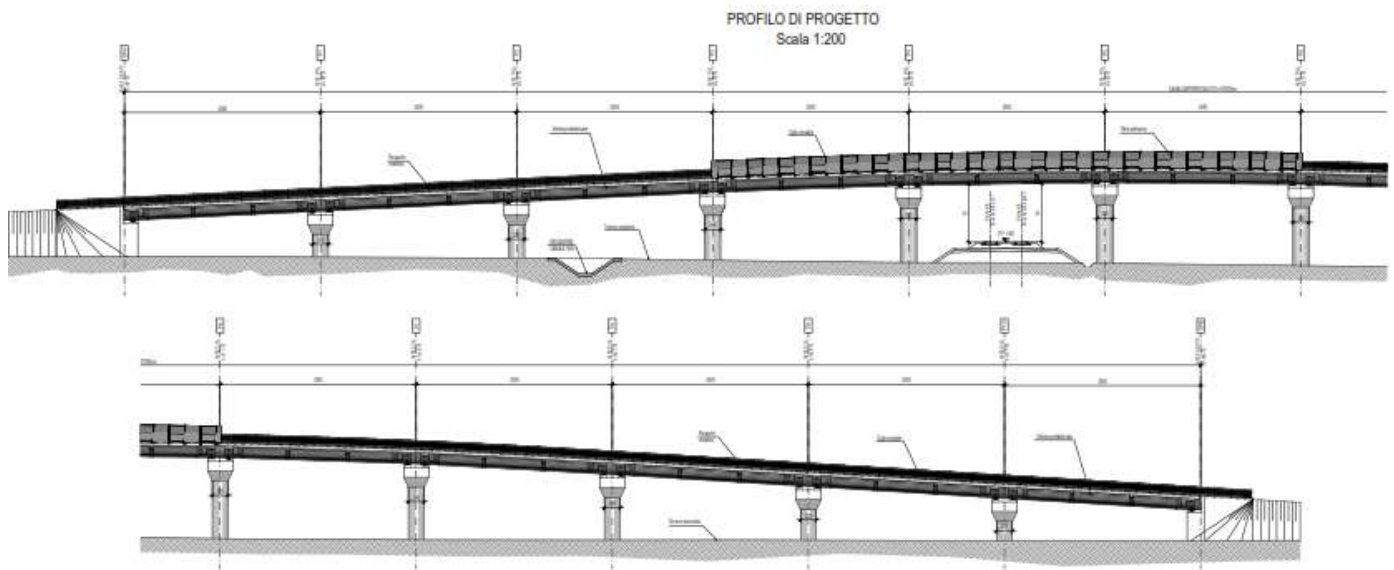


Figura 1-1: Prospetto longitudinale

1.1 IV03 - CAVALCAFERROVIA AL KM 12+116

L'IV03 è il viadotto stradale presente in corrispondenza della viabilità NV09, che attraversa la linea ferroviaria al km 12+116. Il viadotto presenta una lunghezza complessiva di 275 m. È composto da 11 campate, con impalcato a cassoncini in C.A.P. di luce 25.00 m.

L'impalcato presenta larghezza costante di 12.20m, di cui 8.50m di carreggiata stradale, e la sua struttura si compone di 5 cassoncini prefabbricati in C.A.P. per ogni campata, aventi un interasse di 2,00 m e lunghezza pari a 24.90 m. Le travi principali sono solidarizzate da 4 traversi (2 sull'asse-appoggi e 2 in campata) prefabbricati insieme alle travi.

Le travi hanno un'altezza costante pari a 1.40 m, una larghezza superiore di 2.00 m ed inferiore di 1.00 m. Lo spessore minimo della parte inferiore della trave è di 0.23 m mentre quello delle anime è di 0.14 m. La soletta di completamento in cemento armato ha uno spessore variabile tra 0.28÷0.36 m.

La precompressione è data da 40 trefoli con sezione da 0,6” (1,39cmq), alcuni opportunamente inguainati, tesati alla tensione iniziale di 1375 MPa.

I trasversi saranno armati in opera con barre tipo Dywidag.

L'impalcato è vincolato alle sottostrutture mediante appoggi a cerniera sferica con superficie di rotazione rivestita con PTFE (Politetrafluoroetilene).

Le pile del viadotto hanno sezione piena a “saponetta” con larghezza pari a 2.00 m in direzione longitudinale e 5.00 m in direzione trasversale, hanno altezze variabili da 5.70 m a 10.50 m con fondazioni a plinto da 9.40x9.40x2.00 m che poggiano su 9 pali di diametro Ø1200 di lunghezza l=35.00m.

La spalla A ha una platea rettangolare 13.0m x 9.4m e spessore 2.0m, fondata su 12 pali Ø1200 di lunghezza pari a 30m disposti con interassi pari a 3.60 m sia in direzione longitudinale che in direzione trasversale. L'elevazione è composta dal muro frontale alto 5 m, avente uno spessore di 2.2m e muri di risvolto con doppio spessore lungo l'altezza, pari a 1.2m allo spiccato che si riduce a 70cm sopra l'altezza del muro frontale.

IV03 - Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	4

La spalla B ha le stesse caratteristiche geometriche della spalla A precedentemente descritta a parte l'altezza del muro frontale che risulta essere pari a 4.2m. Anche la spalla B è fondata su pali su 12 pali Ø1200 di lunghezza pari a 30m disposti con interassi pari a 3.60 m sia in direzione longitudinale che in direzione trasversale.

Il sistema di vincolo dell'impalcato prevede il posizionamento degli apparecchi d'appoggio fissi longitudinali sulla spalla A, mobili sulla spalla B.

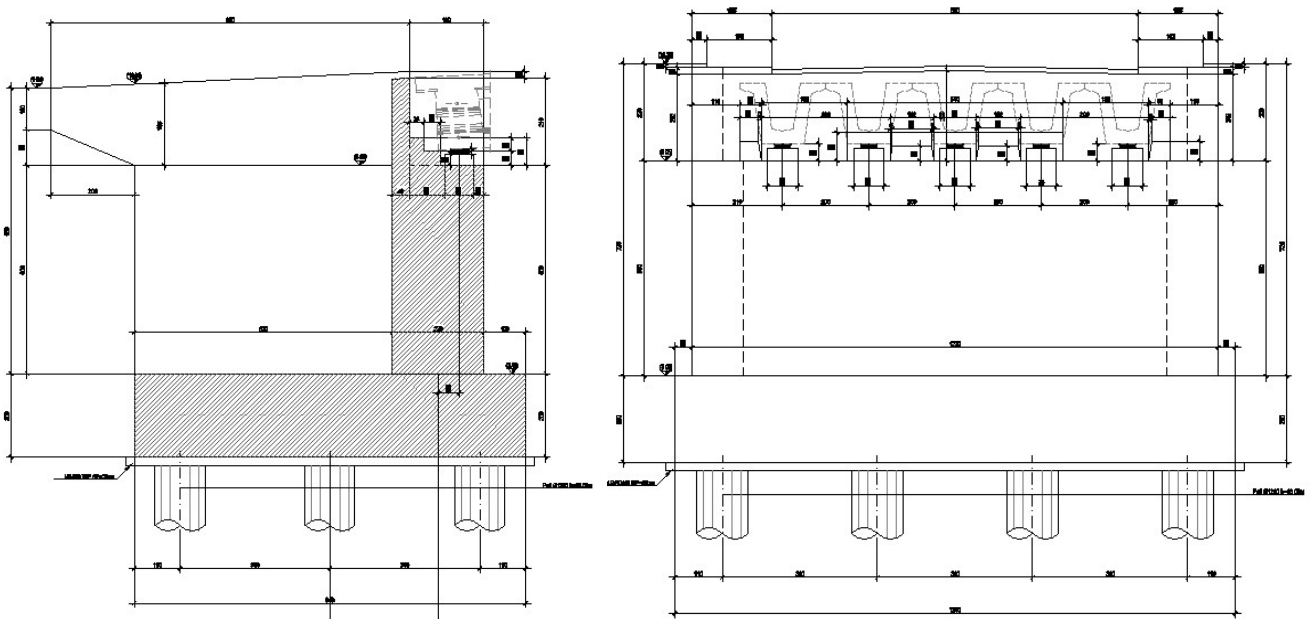


Figura 1-2: Carpenteria spalla A

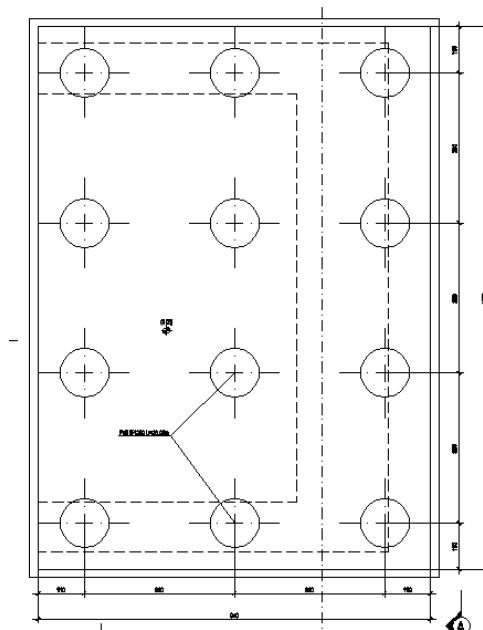


Figura 1-3: Pianta plinto

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	5

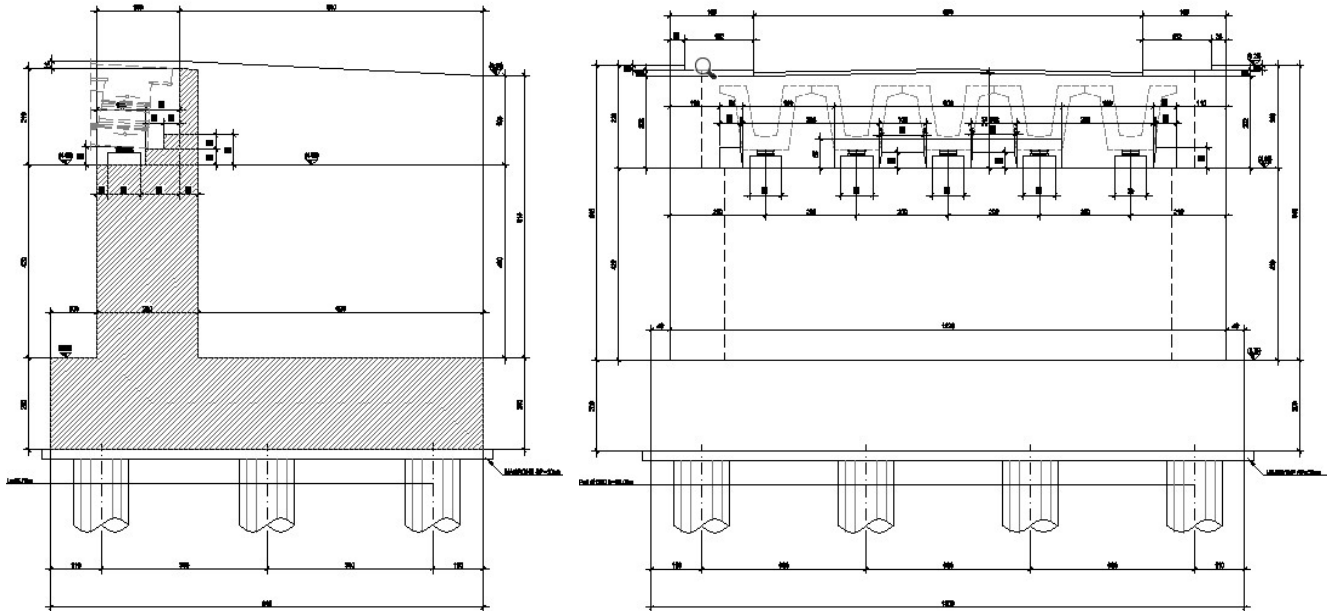


Figura 1-4: Carpenteria spalla B

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV03 - Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	6

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- [N.1]. L. n. 64 del 2/2/1974 "Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- [N.2]. L. n. 1086 del 5/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- [N.3]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-08 (NTC-2018);
- [N.4]. Circolare n. 7 del 21 Gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- [N.5]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.
- [N.6]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [N.7]. RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- [N.8]. RFI DTC SI SP IFS 001 B del 22-12-17 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- [N.9]. CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- [N.10]. UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

2.2 UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura usate nella relazione:

lunghezze [m]; forze [kN]; momenti [kNm] tensioni [Mpa]

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	7

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riporta nel seguito la tabella dei materiali utilizzati:

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 14 gennaio 2008. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche.

3.1 CALCESTRUZZO FONDAZIONE E PALI (C25/30)

- Classe di resistenza	<input type="text" value="C25/30"/>
- Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 24.9 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza cilindrica media:	$f_{cm} = 32.9 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico:	$E_{cm} = 31447 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di sicurezza (SLU):	$\gamma_c = 1.5$
- Resistenza di progetto a compressione:	$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media:	$f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di progetto a trazione:	$f_{ctm} = 1.19 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione:	XC2
- Classe minima di consistenza:	S4

3.2 CALCESTRUZZO ELEVAZIONE (C32/40)

Classe di resistenza	<input type="text" value="C32/40"/>
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica media:	$f_{cm} = 41.2 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico:	$E_{cm} = 33643 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di sicurezza (SLU):	$\gamma_c = 1.5$
Resistenza di progetto a compressione:	$f_{cd} = 18.81 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media:	$f_{ctm} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di progetto a trazione:	$f_{ctm} = 1.45 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione:	XC4+XS1
Classe minima di consistenza:	S4

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV03 - Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	8

3.3 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE B450C

- Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura:	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di sicurezza:	$\gamma_c = 1.15$
- Tensione di progetto:	$f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico:	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

3.4 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI EN 206-1-2006, si definiscono di seguito le classi di esposizione del calcestruzzo delle diverse parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Pile e spalle: XC4;
- Plinti e pali di fondazione: XC2;

Classe esposizione norma UNI 9956	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inseriti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inseriti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriero o nel ricoprimento di inseriti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interno di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine). Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti.	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9956	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salinità marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:
 - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione;
 - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.
 **) Da parte di acque del terreno e acque fluviali.

Classi di esposizione secondo norma UNI – EN 206-2006

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 206-2006, di cui alla successiva tabella:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV03 - Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	9

	Classi di esposizione																		
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi			
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	-	260	280	290	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360	
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ⁰⁾	4,0 ⁰⁾	4,0 ⁰⁾	-	-	-	
Altri requisiti												Aggregati in accordo alla EN 12620 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati ²⁾			
a)	Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.																		
b)	Qualora la presenza di SO ₂ comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.																		

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – EN 206-2006

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare n°17 del 02-02-09 e delle prescrizioni del Manuale di progettazione RFI; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Pile e spalle: 50 mm
- Plinti di fondazione: 40 mm
- Pali di fondazione: 60 mm

In termini di limiti di apertura delle fessure, alle prescrizioni normative presenti nelle NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal documento RFI DTC SICS MA IFS 001 B – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 29/12/2016*) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

L'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

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

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

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si rimanda alla relazione geotecnica allegata al progetto per la trattazione completa dei parametri geologico e geotecnici e per la definizione della curva di portanza dei pali.

4.1 TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO

Per il terreno di ricoprimento dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche:

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$\varphi' = 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio

$c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata

Ai fini del calcolo è stata considerata la presenza di falda ad una quota corrispondente al piano di campagna; tale assunzione risulta cautelativa in quanto dalle indagini il pelo libero della falda risulta a -3m dal p.d.c.

4.2 COEFFICIENTI DI SPINTA

In accordo ai parametri geotecnici sopra indicati, sono stati calcolati i coefficienti di spinta in fase statica e sismica utilizzati nel dimensionamento delle spalle.

Di seguito le ipotesi assunte ed i valori ottenuti.

Angolo di attrito	ϕ'	35°
Tangente dell'angolo di attrito	$\tan(\phi')$	0.700
Coefficiente parziale per la condizione M1	$\gamma\phi' \text{ M1}$	1
Angolo di attrito per la condizione M1	$\phi' \text{ M1}$	35.00°
Peso di Volume del terreno	γ	20 kN/m ³
Angolo di attrito terreno retrostante/complesso spalla-riempimento per le cond. di esercizio M1	$\delta \text{ eser. M1}$	0.00°
Angolo di attrito terreno retrostante/complesso spalla-riempimento per le cond. sismiche M1	$\delta \text{ sisma M1}$	0.00°
Angolo di inclinazione della faccia interna del muro frontale con l'orizzontale	α	90.00°
Angolo di inclinazione della superficie del terreno retrostante con l'orizzontale	β	-2.86°
Coefficiente di spinta a riposo K_0 condizioni M1	$K_0 \text{ M1}$	0.426
Coefficiente di spinta attiva K_a condizioni M1	$K_a \text{ M1}$	0.264

Sulla base dei parametri base per il calcolo dell'azione sismica, riportati nel seguente paragrafo, sono stati calcolati i coefficienti di spinta con il metodo di Mononobe-Okabe. Mediante i coefficienti di spinta sismica sono state calcolate le sovra-spinte dovute all'azione sismica agente sul terreno a tergo spalla.

α	ϕ	θ_1	θ_2	β	δ	kh	kv	β_m	a/g	S	Ka,E1	Ka,E2
90	35	14.9	19.9	0	0	0.306	0.153	1	0.224	1.366	0.448	0.538

In fase statica a causa della presenza dei pali di fondazione che impediscono una libera rotazione delle spalle si è assunto il coefficiente di spinta a riposo; per le medesime motivazioni, in fase sismica si è assunto $\beta = 1$.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	11

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 17-01-2018, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / VR) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

In base a quanto indicato nella caratterizzazione sismica del sito riportata nella relazione geotecnica, si ha:

- Categoria sottosuolo **C**

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 17.01.18, si ottiene per il sito in esame:

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta |>>>
Variabilità dei parametri |>>>

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri |>>>

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

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

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

Elaborazioni

Grafici parametri azione |>>>
Grafici spettri di risposta |>>>
Tabella parametri azione |>>>

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
-□..... Strategia scelta

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV03 - Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	12

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_C^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO		0.071	2.498	0.313
SLD	113	0.089	2.534	0.324
SLV	1068	0.224	2.482	0.352
SLC	2193	0.293	2.461	0.358

- a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
 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;
 S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	13

6. ANALISI DEI CARICHI

Il calcolo della spalla è stato condotto tenendo conto delle seguenti azioni agenti sull'opera:

- peso proprio della struttura;
- peso del terreno a monte dell'opera;
- spinte del terreno a monte dell'opera;
- incremento di spinta sismica del terreno a tergo della spalla;
- forze di inerzia della struttura e del terreno solidale con l'opera.
- spinta dovuta al sovraccarico stradale;
- azioni trasmesse dall'impalcato.

Le azioni suddette vengono di seguito esplicitate.

6.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA

Il peso degli elementi strutturali costituenti l'opera stato è calcolato considerando il peso specifico del calcestruzzo pari a $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$.

6.2 PESO DEL TERRENO A MONTE DELL'OPERA

Nel dimensionamento della spalla è stato considerato il peso dovuto al terreno che grava sulla platea di fondazione a monte, costituito dal rilevato stradale il cui peso per unità di volume è pari a $\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$.

6.3 CARICHI FISSI NON STRUTTURALI

Sul rilevato a tergo spalla si considera la presenza dei seguenti carichi fissi non strutturali:

- Pavimentazione: $q_{pav} = 0.15\text{m} \cdot 23\text{kN/m}^3 = 3.45\text{kPa}$ (alla quale si associa la corrispondente spinta a riposo $q_{pav} \cdot k_0$);
- Barriere + cordolo: Carico distribuito applicato in testa ai muri andatori: 7.5kN/m .

6.4 SPINTA STATICA DEL TERRENO A MONTE DELLA SPALLA

L'entità e la distribuzione delle spinte del terreno sulla spalla sono legate allo spostamento relativo che lo stesso può subire; avendo previsto una platea su pali, si può assumere che le deformazioni del terreno siano impedita dalla struttura. Sulla base di tali ipotesi la pressione esercitata dal terreno sull'opera viene considerata come una spinta a riposo che viene calcolata, secondo la teoria di Coulomb, come:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0$$

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che vale:

$$K_0 = 1 - \sin \varphi$$

dove φ è l'angolo di attrito interno del terreno.

Il diagramma delle pressioni che il terreno esercita sulla parete risulta triangolare. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ($H/3$ rispetto alla base della parete).

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	14

6.5 INCREMENTO DI SPINTA SU SPALLA DOVUTO AL SOVRACCARICO STRADALE

La presenza di un sovraccarico stradale uniformemente distribuito sul rilevato comporta un'ulteriore spinta sulla spalla risultante da un diagramma delle pressioni costante con la profondità. Intendendo per q il sovraccarico per metro lineare di proiezione orizzontale del valore di 20 kN/m^2 , la spinta in esame vale:

$$S_q = q \cdot H \cdot K_0$$

Sebbene il valore di 20 kPa della pressione sul rilevato sia inferiore ai carichi prescritti dalla Circolare delle NTC'18 per i rilevati a tergo spalla o comunque prossimi ai viadotti, si fa presente che i valori riportati in Circolare non tengono conto della diffusione dei carichi internamente al volume di terreno; già a poca distanza dal piano stradale si ha una sensibile diminuzione delle pressioni verticali e, di conseguenza, delle spinte.

Il valore di 20 kPa comunemente utilizzato nella pratica professionale per il calcolo delle pressioni indotte sui paramenti delle spalle dai carichi stradali costituisce un valore rappresentativo delle pressioni verticali "medie" che si attingono tra la quota stradale e l'estradosso fondazione grazie alla diffusione dei carichi nel volume di terreno. Si fa presente inoltre che l'impiego dei carichi prescritti dalla Circolare senza tener conto di alcuna diffusione porta al calcolo di spinte sui muri delle spalle poco ragionevoli e che portano a notevoli sovradimensionamenti.

Tuttavia, per tener conto delle pressioni più elevate applicate in prossimità del piano stradale, per il calcolo delle spinte agenti sul muro paraghiaia e sulla parte sommitale dei muri andatori si è fatto riferimento a una pressione distribuita pari a 40 kPa .

6.6 INCREMENTO DI SPINTA SULLA SPALLA DOVUTO AL SISMA

In condizioni sismiche l'entità e la distribuzione delle spinte del terreno sulla spalla dipendono dall'intensità del sisma, dalla risposta locale del terreno di fondazione e dalla deformabilità dell'opera.

La normativa vigente consente l'utilizzo di metodi pseudo-statici per il calcolo dell'incremento di spinta che agisce sull'opera dovuto al sisma. Il metodo applicato in sede di progettazione è quello di Mononobe-Okabe, basato sull'equilibrio limite globale di un cuneo di terreno soggetto alle forze indotte dal sisma, ipotizzando che l'opera possa subire movimenti tali da produrre nel terreno retrostante un regime di spinta attiva e che il terreno interno al cuneo di spinta si comporti come un corpo rigido.

La spinta sismica (statica + dinamica) vale:

$$S_{a,E} = \frac{1}{2} \cdot \gamma^* \cdot (1 \pm k_v) \cdot H^2 \cdot K_{a,E}$$

dove se, $\beta \leq \varphi - \theta$

$$K_{a,E} = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\alpha - \delta - \theta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

altrimenti, se

$$\beta > \varphi - \theta$$

$$K_{a,E} = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta - \theta)}$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	15

Nelle relazioni sopra elencate, i simboli hanno i seguenti significati:

- β è l'angolo di inclinazione della superficie del terreno retrostante con l'orizzontale;
- α è l'angolo di inclinazione della faccia interna del muro frontale con l'orizzontale;
- θ è l'angolo definito come

$$\theta = \operatorname{atan}\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

- k_h è il coefficiente di intensità sismica orizzontale definito come

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

- $k_v = 0.5 \cdot k_h$ è il coefficiente di intensità sismica verticale;
- a_{\max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- g è l'accelerazione di gravità;
- β_m è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Nel caso di spalle che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

La normativa prescrive di applicare separatamente la spinta statica e la spinta dinamica. Quest'ultima viene applicata come incremento di spinta, calcolato come differenza tra la spinta sismica totale e la spinta statica attiva. Assumendo che il diagramma delle pressioni del terreno che ne deriva sia costante su tutta l'altezza, tale contributo di spinta viene applicato ad una distanza pari a $0.5 \cdot H$ rispetto alla base della platea di fondazione.

In presenza di sisma l'opera è soggetta alle forze di inerzia della struttura e del terreno a monte solidale con la stessa:

$$F_i = \frac{a_g}{g} \cdot W$$

6.7 AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

Le azioni trasmesse alle spalle dall'impalcato sono state determinate automaticamente dal programma di calcolo avendo modellato il viadotto nella sua interezza includendo anche le spalle.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	16

7. COMBINAZIONI DI CARICO

Si riportano di seguito le combinazioni di carico utilizzate nei calcoli. Ai fini delle verifiche agli stati limite, in accordo con le NTC 2018, si definiscono le seguenti combinazioni di:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{G3} G_3 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione RARA, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione QUASI PERMANENTE, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione SISMICA, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica:*

$$E + G_1 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLE), ovvero quelle rare, frequenti e quasi permanenti, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 . Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguite facendo riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale STR ovvero per il raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali.

Nello specifico si ottengono:

LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
1	G SLU	Active	Add	G1(1.350) +	G2(1.500)	
2	G SLE	Active	Add	G1(1.000) +	G2(1.000)	
3	SLU1	Active	Add	G SLU(1.000) + Ritiro(1.200) + Mob Sp(1.350)	Schema 1(1.350) + Wind x (Q5)(0.900) +	Res vincoli (Q9)(0.720) Wind z (Q5)(0.900)
4	SLU2	Active	Add	G SLU(1.000) + Ritiro(1.200) + Mob Sp(1.350)	Schema 1(1.350) + Wind x (Q5)(-0.900) +	Res vincoli (Q9)(0.720) Wind z (Q5)(-0.900)
5	SLU3	Active	Add	G SLE(1.000) + Ritiro(1.200) + Mob Sp(1.350)	Schema 1(1.350) + Wind x (Q5)(0.900) +	Res vincoli (Q9)(0.720) Wind z (Q5)(0.900)
6	SLU4	Active	Add	G SLE(1.000) +	Schema 1(1.350) +	Res vincoli (Q9)(0.720)

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	17

+ Ritiro(1.200) + Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900)
+ Mob Sp(1.350)

7 SLU5 Active Add
G SLU(1.000) + Schema 1 freq(1.350) + Res vincoli (Q9)(0.720)
+ Ritiro(1.200) + Wind x (Q5)(0.900) + Wind z (Q5)(0.900)
+ Fren (Q3)(1.350) + Mob Sp(0.700)

8 SLU6 Active Add
G SLU(1.000) + Schema 1 freq(1.350) + Res vincoli (Q9)(0.720)
+ Ritiro(1.200) + Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900)
+ Fren (Q3)(1.350) + Mob Sp(0.700)

9 SLU7 Active Add
G SLE(1.000) + Schema 1 freq(1.350) + Res vincoli (Q9)(0.720)
+ Ritiro(1.200) + Wind x (Q5)(0.900) + Wind z (Q5)(0.900)
+ Fren (Q3)(1.350) + Mob Sp(0.700)

10 SLU8 Active Add
G SLE(1.000) + Schema 1 freq(1.350) + Res vincoli (Q9)(0.720)
+ Ritiro(1.200) + Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900)
+ Fren (Q3)(1.350) + Mob Sp(0.700)

11 SLU9 Active Add
Wind x (Q5)(0.900) + Wind z (Q5)(0.900) + Res vincoli (Q9)(-0.720)
+ Ritiro(1.200) + Schema 1(1.350) + G SLU(1.000)
+ Mob Sp(1.350)

12 SLU10 Active Add
Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900) + Res vincoli (Q9)(-0.720)
+ Ritiro(1.200) + Schema 1(1.350) + G SLU(1.000)
+ Mob Sp(1.350)

13 SLU11 Active Add
Wind x (Q5)(0.900) + Wind z (Q5)(0.900) + Res vincoli (Q9)(-0.720)
+ Ritiro(1.200) + Schema 1(1.350) + G SLE(1.000)
+ Mob Sp(1.350)

14 SLU12 Active Add
Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900) + Res vincoli (Q9)(-0.720)
+ Ritiro(1.200) + Schema 1(1.350) + G SLE(1.000)
+ Mob Sp(1.350)

15 SLU13 Active Add
Fren (Q3)(1.350) + Wind x (Q5)(0.900) + Wind z (Q5)(0.900)
+ Res vincoli (Q9)(-0.720) + Ritiro(1.200) + Schema 1 freq(1.350)
+ G SLU(1.000) + Mob Sp(0.700)

16 SLU14 Active Add
Fren (Q3)(1.350) + Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900)
+ Res vincoli (Q9)(-0.720) + Ritiro(1.200) + Schema 1 freq(1.350)
+ G SLU(1.000) + Mob Sp(0.700)

17 SLU15 Active Add
Fren (Q3)(1.350) + Wind x (Q5)(0.900) + Wind z (Q5)(0.900)
+ Res vincoli (Q9)(-0.720) + Ritiro(1.200) + Schema 1 freq(1.350)
+ G SLE(1.000) + Mob Sp(0.700)

18 SLU16 Active Add
Fren (Q3)(1.350) + Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900)
+ Res vincoli (Q9)(-0.720) + Ritiro(1.200) + Schema 1 freq(1.350)
+ G SLE(1.000) + Mob Sp(0.700)

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	18

19	SLU17	Active	Add							
		G SLU(1.000) +	Schema 1 freq(1.350) +	Res vincoli (Q9)(0.720)						
+		Ritiro(1.200) +	Wind x (Q5)(1.500) +	Wind z (Q5)(1.500)						
+		Mob Sp(0.700)								

20	SLU18	Active	Add							
		G SLU(1.000) +	Schema 1 freq(1.350) +	Res vincoli (Q9)(0.720)						
+		Ritiro(1.200) +	Wind x (Q5)(-1.500) +	Wind z (Q5)(-1.500)						
+		Mob Sp(0.700)								

21	SLU19	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	Schema 1 freq(1.350) +	Res vincoli (Q9)(0.720)						
+		Ritiro(1.200) +	Wind x (Q5)(1.500) +	Wind z (Q5)(1.500)						
+		Mob Sp(0.700)								

22	SLU20	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	Schema 1 freq(1.350) +	Res vincoli (Q9)(0.720)						
+		Ritiro(1.200) +	Wind x (Q5)(-1.500) +	Wind z (Q5)(-1.500)						
+		Mob Sp(0.700)								

23	SLV-X1	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	SLV X q=1.5(1.000) +	SLV Y q=1.5(0.300)						
+		SLV Z(0.300) +	SLVX- Sp(1.000) +	SLVY- Sp(0.300)						

24	SLV-X2	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	SLV X q=1.5(-1.000) +	SLV Y q=1.5(0.300)						
+		SLV Z(0.300) +	SLVX+ Sp(1.000) +	SLVY- Sp(0.300)						

25	SLV-X3	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	SLV X q=1.5(1.000) +	SLV Y q=1.5(-0.300)						
+		SLV Z(0.300) +	SLVX- Sp(1.000) +	SLVY+ Sp(0.300)						

26	SLV-X4	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	SLV X q=1.5(-1.000) +	SLV Y q=1.5(-0.300)						
+		SLV Z(0.300) +	SLVX+ Sp(1.000) +	SLVY+ Sp(0.300)						

27	SLV-X5	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	SLV X q=1.5(1.000) +	SLV Y q=1.5(0.300)						
+		SLV Z(-0.300) +	SLVX- Sp(1.000) +	SLVY- Sp(0.300)						

28	SLV-X6	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	SLV X q=1.5(-1.000) +	SLV Y q=1.5(0.300)						
+		SLV Z(-0.300) +	SLVX+ Sp(1.000) +	SLVY- Sp(0.300)						

29	SLV-X7	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	SLV X q=1.5(1.000) +	SLV Y q=1.5(-0.300)						
+		SLV Z(-0.300) +	SLVX- Sp(1.000) +	SLVY+ Sp(0.300)						

30	SLV-X8	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	SLV X q=1.5(-1.000) +	SLV Y q=1.5(-0.300)						
+		SLV Z(-0.300) +	SLVX+ Sp(1.000) +	SLVY+ Sp(0.300)						

31	SLV-Y1	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	SLV X q=1.5(0.300) +	SLV Y q=1.5(1.000)						
+		SLV Z(0.300) +	SLVX- Sp(0.300) +	SLVY- Sp(1.000)						

32	SLV-Y2	Active	Add							
		G SLE(1.000) +	SLV X q=1.5(0.300) +	SLV Y q=1.5(-1.000)						
+		SLV Z(0.300) +	SLVX- Sp(0.300) +	SLVY+ Sp(1.000)						

33	SLV-Y3	Active	Add							

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	19

	+ G SLE(1.000) + SLV Z(0.300) +	SLV X q=1.5(-0.300) + SLVX+ Sp(0.300) +	SLV Y q=1.5(1.000) SLVY- Sp(1.000)

34	SLV-Y4 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + SLV Z(0.300) +	SLV X q=1.5(-0.300) + SLVX+ Sp(0.300) +	SLV Y q=1.5(-1.000) SLVY+ Sp(1.000)

35	SLV-Y5 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + SLV Z(-0.300) +	SLV X q=1.5(0.300) + SLVX- Sp(0.300) +	SLV Y q=1.5(1.000) SLVY- Sp(1.000)

36	SLV-Y6 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + SLV Z(-0.300) +	SLV X q=1.5(0.300) + SLVX- Sp(0.300) +	SLV Y q=1.5(-1.000) SLVY+ Sp(1.000)

37	SLV-Y7 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + SLV Z(-0.300) +	SLV X q=1.5(-0.300) + SLVX+ Sp(0.300) +	SLV Y q=1.5(1.000) SLVY- Sp(1.000)

38	SLV-Y8 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + SLV Z(-0.300) +	SLV X q=1.5(-0.300) + SLVX+ Sp(0.300) +	SLV Y q=1.5(-1.000) SLVY+ Sp(1.000)

39	SLV-Z1 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + SLV Z(1.000) +	SLV X q=1.5(0.300) + SLVX- Sp(0.300) +	SLV Y q=1.5(0.300) SLVY- Sp(0.300)

40	SLV-Z2 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + SLV Z(-1.000) +	SLV X q=1.5(0.300) + SLVX- Sp(0.300) +	SLV Y q=1.5(0.300) SLVY- Sp(0.300)

41	SLV-Z3 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + SLV Z(1.000) +	SLV X q=1.5(-0.300) + SLVX+ Sp(0.300) +	SLV Y q=1.5(-0.300) SLVY+ Sp(0.300)

42	SLV-Z4 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + SLV Z(-1.000) +	SLV X q=1.5(-0.300) + SLVX+ Sp(0.300) +	SLV Y q=1.5(-0.300) SLVY+ Sp(0.300)

43	ECC-1 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + Res vincoli (Q9)(1.000)	Ritiro(1.000) +	Urto ferrov x (A)(1.000)

44	ECC-2 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + Res vincoli (Q9)(1.000)	Ritiro(1.000) +	Urto ferrov y (A)(1.000)

45	ECC-3 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + Res vincoli (Q9)(-1.000)	Ritiro(1.000) +	Urto ferrov x (A)(1.000)

46	ECC-4 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + Res vincoli (Q9)(-1.000)	Ritiro(1.000) +	Urto ferrov y (A)(1.000)

47	SLE-R1 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) + Wind z (Q5)(0.600) + Mob Sp(1.000)	Schema 1(1.000) + Ritiro(1.000) +	Wind x (Q5)(0.600) Res vincoli (Q9)(1.000)

48	SLE-R2 Active	Add	
	+ G SLE(1.000) +	Schema 1(1.000) +	Wind x (Q5)(-0.600)

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	20

+ Wind z (Q5)(-0.600) + Ritiro(1.000) + Res vincoli (Q9)(1.000)
+ Mob Sp(1.000)

49 SLE_FR1 Active Add
G SLE(1.000) + Schema 1 freq(1.000) + Res vincoli (Q9)(1.000)
+ Ritiro(1.000) + Mob Sp(0.700)

50 SLE_QP Active Add
G SLE(1.000) + Res vincoli (Q9)(1.000)

51 SLV-X1E Active Add
SLVX- Sp(1.000) + SLVY- Sp(0.300) + SLV X(1.000)
+ SLV Y(0.300) + SLV Z(0.300) + G SLE(1.000)

52 SLV-X2E Active Add
SLVX+ Sp(1.000) + SLVY- Sp(0.300) + SLV X(-1.000)
+ SLV Y(0.300) + SLV Z(0.300) + G SLE(1.000)

53 SLV-X3E Active Add
SLVX- Sp(1.000) + SLVY+ Sp(0.300) + SLV X(1.000)
+ SLV Y(-0.300) + SLV Z(0.300) + G SLE(1.000)

54 SLV-X4E Active Add
SLVX+ Sp(1.000) + SLVY+ Sp(0.300) + SLV X(-1.000)
+ SLV Y(-0.300) + SLV Z(0.300) + G SLE(1.000)

55 SLV-X5E Active Add
SLVX- Sp(1.000) + SLVY- Sp(0.300) + SLV X(1.000)
+ SLV Y(0.300) + SLV Z(-0.300) + G SLE(1.000)

56 SLV-X6E Active Add
SLVX+ Sp(1.000) + SLVY- Sp(0.300) + SLV X(-1.000)
+ SLV Y(0.300) + SLV Z(-0.300) + G SLE(1.000)

57 SLV-X7E Active Add
SLVX- Sp(1.000) + SLVY+ Sp(0.300) + SLV X(1.000)
+ SLV Y(-0.300) + SLV Z(-0.300) + G SLE(1.000)

58 SLV-X8E Active Add
SLVX+ Sp(1.000) + SLVY+ Sp(0.300) + SLV X(-1.000)
+ SLV Y(-0.300) + SLV Z(-0.300) + G SLE(1.000)

59 SLV-Y1E Active Add
SLVX- Sp(0.300) + SLVY- Sp(1.000) + SLV X(0.300)
+ SLV Y(1.000) + SLV Z(0.300) + G SLE(1.000)

60 SLV-Y2E Active Add
SLVX- Sp(0.300) + SLVY+ Sp(1.000) + SLV X(0.300)
+ SLV Y(-1.000) + SLV Z(0.300) + G SLE(1.000)

61 SLV-Y3E Active Add
SLVX+ Sp(0.300) + SLVY- Sp(1.000) + SLV X(-0.300)
+ SLV Y(1.000) + SLV Z(0.300) + G SLE(1.000)

62 SLV-Y4E Active Add
SLVX+ Sp(0.300) + SLVY+ Sp(1.000) + SLV X(-0.300)
+ SLV Y(-1.000) + SLV Z(0.300) + G SLE(1.000)

63 SLV-Y5E Active Add
SLVX- Sp(0.300) + SLVY- Sp(1.000) + SLV X(0.300)
+ SLV Y(1.000) + SLV Z(-0.300) + G SLE(1.000)

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	21

64 SLV-Y6E Active Add
 + SLVX- Sp(0.300) + SLVY+ Sp(1.000) + SLV X(0.300)
 + SLV Y(-1.000) + SLV Z(-0.300) + G SLE(1.000)

65 SLV-Y7E Active Add
 + SLVX+ Sp(0.300) + SLVY- Sp(1.000) + SLV X(-0.300)
 + SLV Y(1.000) + SLV Z(-0.300) + G SLE(1.000)

66 SLV-Y8E Active Add
 + SLVX+ Sp(0.300) + SLVY+ Sp(1.000) + SLV X(-0.300)
 + SLV Y(-1.000) + SLV Z(-0.300) + G SLE(1.000)

67 ENV SLU Active Envelope
 + SLU1(1.000) + SLU2(1.000) + SLU3(1.000)
 + SLU4(1.000) + SLU5(1.000) + SLU6(1.000)
 + SLU7(1.000) + SLU8(1.000) + SLU9(1.000)
 + SLU10(1.000) + SLU11(1.000) + SLU12(1.000)
 + SLU13(1.000) + SLU14(1.000) + SLU15(1.000)
 + SLU16(1.000) + SLU17(1.000) + SLU18(1.000)
 + SLU19(1.000) + SLU20(1.000)

68 ENV SLV Active Envelope
 + SLV-X1(1.000) + SLV-X2(1.000) + SLV-X3(1.000)
 + SLV-X4(1.000) + SLV-X5(1.000) + SLV-X6(1.000)
 + SLV-X7(1.000) + SLV-X8(1.000) + SLV-Y1(1.000)
 + SLV-Y2(1.000) + SLV-Y3(1.000) + SLV-Y4(1.000)
 + SLV-Y5(1.000) + SLV-Y6(1.000) + SLV-Y7(1.000)
 + SLV-Y8(1.000) + SLV-Z1(1.000) + SLV-Z2(1.000)
 + SLV-Z3(1.000) + SLV-Z4(1.000)

69 ENV SLVE Active Envelope
 + SLV-X1E(1.000) + SLV-X2E(1.000) + SLV-X3E(1.000)
 + SLV-X4E(1.000) + SLV-X5E(1.000) + SLV-X6E(1.000)
 + SLV-X7E(1.000) + SLV-X8E(1.000) + SLV-Y1E(1.000)
 + SLV-Y2E(1.000) + SLV-Y3E(1.000) + SLV-Y4E(1.000)
 + SLV-Y5E(1.000) + SLV-Y6E(1.000) + SLV-Y7E(1.000)
 + SLV-Y8E(1.000)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV03 - Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	22

8. MODELLAZIONE ED ANALISI STRUTTURALE

8.1 SOFTWARE DI CALCOLO

In base a quanto esposto al paragrafo precedente, per una corretta analisi dell'impalcato è stato necessario implementare tre diversi modelli di calcolo.

Nel seguito si riportano le caratteristiche generali del codice di calcolo utilizzato, nonché i dati generali sul modello realizzato comprensivi della numerazione di nodi ed aste.

Le unità di misura, ove non espressamente indicate, sono le seguenti:

- lunghezze: m
- forze: kN
- coppie: kN-m
- temperature: °C
- tempo: sec

L'analisi della struttura è stata eseguita impiegando il software di calcolo impiegato è **Midas Civil versione 2022** prodotto dalla **MIDAS Information Technology Co.** e distribuito in Italia da **CSPFea**, concesso in licenza, numero CFENCIV0000768.

Midas/Gen è un programma di calcolo agli elementi finiti di tipo generale, corredato da un set di post-processor per le verifiche, che ottemperano alle disposizioni normative di svariati paesi, tra cui anche quelle degli euro codici e delle NTC 2018.

Il solutore agli elementi finiti, completamente scritto in C++, è stato sviluppato nel corso di oltre vent'anni, ed implementa tutte le tecniche più avanzate nel campo dell'analisi numerica delle strutture, consentendo di **risolvere integralmente tutte le problematiche di analisi e progettazione strutturale dalle più semplici alle più complesse.**

La libreria di elementi finiti è molto vasta e comprende beam a sezione variabile, truss resistenti a sola trazione e/o sola compressione, elementi Wall per pareti antisismiche, plate, solid, plane stress, plane strain, piastre irrigidite ortotrope, etc.

Il modello strutturale oggetto della presente nota è realizzato con elementi beam e con elementi plate

Il modello numerico che Midas utilizza per l'analisi di elementi monodimensionali è quello di Timoshenko che, oltre alla deformabilità flessionale, considera anche la deformazione per effetto della sollecitazione tagliante e risulta quindi più raffinato e completo rispetto al modello di trave di Eulero-Bernoulli più comunemente utilizzato.

E' implementato anche il calcolo della rigidità torsionale delle travi che risulta particolarmente utile ai fini di una valutazione maggiormente aderente alla realtà delle deformazioni di strutture in carpenteria metallica (finalizzata a stabilire premonete, schemi di montaggio, ecc.).

Per quanto riguarda gli elementi "plate", si tratta di elementi bidimensionali dotati di una grossa versatilità in quanto sono adatti alla modellazione di strutture sia con comportamento a lastra che a piastra con spessori non necessariamente ridottissimi.

Dal punto di vista delle strategie numeriche di risoluzione dei sistemi di equazioni che stanno alla base del calcolo strutturale, per le analisi statiche il software si avvale dell'uso di un processore multi frontale caratterizzato da una grande velocità ed affidabilità.

Le travi principali, le pile e i traversi sono stati modellati con elementi di tipo frame.

Le spalle e le platee di fondazione sono invece modellati impiegando elementi bidimensionali di tipo "plate".

I dati significativi di input ed output dei modelli sono riportati in appendice.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV03 - Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	23

8.1.1 Grado di affidabilità del codice

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto, che riporta, per una serie di strutture significative, i confronti tra le analisi effettuate con il codice e quelle effettuate con codici di confronto (es. SAP2000 prodotto da Computers and Structures, Inc., California). Alcuni esempi di calcolo di validazione del software sono forniti in allegato alla presente relazione di calcolo.

8.1.2 Motivazione della scelta del codice

Midas Gen permette l'analisi dettagliata del comportamento dell'intera struttura. E' possibile inoltre scegliere il grado di affinamento dell'analisi di elementi complessi utilizzando schematizzazioni via via più dettagliate.

8.2 METODO ED IPOTESI DI CALCOLO

Per il calcolo delle sollecitazioni di progetto è stato implementato un modello di calcolo globale dell'intera opera che include sia gli impalcati che le sottostrutture.

Per modellare le pile, le travi, i trasversi e la soletta si sono impiegati elementi lineari monodimensionali tipo "beam" a due nodi a comportamento elastico lineare, di caratteristiche geometriche e meccaniche tali da riprodurre l'effettiva rigidezza degli elementi schematizzati; nella valutazione delle rigidezze è considerato, grazie all'impegno del modello di trave di Timoshenko, anche la deformazione tagliante taglio.

Le spalle e le platee di fondazione sono modellate mediante elementi bidimensionali di tipo plate.

La geometria del modello è tale da riprodurre l'effettiva geometria della struttura in tutte le sue parti.

La rigidezza degli elementi strutturali è valutata facendo riferimento alla sezione interamente reagente.

Il materiale c.a. è schematizzato come un materiale dal comportamento elastico lineare; le caratteristiche adottate sono descritte ai capitoli precedenti.

I vincoli tengono conto della tipologia di appoggi adottati: si è utilizzata per ogni appoggio un "elastic link", che impedisce lo spostamento verticale e permette e/o impedisce gli spostamenti orizzontali in funzione della diversa tipologia di appoggio.

8.3 METODOLOGIA DI ANALISI

8.3.1 Analisi in condizioni non sismiche

Le analisi svolte in condizioni non sismiche sono tutte di tipo statico lineare. L'analisi per carichi mobili è stata svolta in automatico dal software impiegando la teoria delle linee di influenza e ricavando l'involuppo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali.

I risultati delle analisi in termini di distribuzioni delle sollecitazioni sono riportati nei paragrafi di verifica dei singoli elementi strutturali.

8.3.2 Analisi sismica

L'analisi dinamica lineare con spettro di risposta è la metodologia di analisi adottata per valutare il comportamento strutturale sia in termini di sollecitazioni sia in termini di spostamenti.

Nella fattispecie l'analisi dinamica con spettro consiste nelle seguenti fasi:

- Determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- Calcolo degli effetti dell'azione sismica mediante lo spettro di risposta di progetto considerando modi di vibrare individuati;

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	24

- Combinazione degli effetti dei modi di vibrare mediante una combinazione di tipo CQC (quadratica completa).

Le sollecitazioni sismiche di progetto per gli elementi non dissipativi (impalcato, baggioli, appoggi, platee di fondazione) sono ottenute considerando gli spettri di risposta elastici; le sollecitazioni su pile, spalle e pali di fondazione sono ottenute considerando gli spettri di progetto ($q=1.5$, Classe di Duttività "B") adottando, ove necessario, gli opportuni dettagli strutturali necessari a garantire una adeguata duttilità,

8.4 SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale

- Lunghezze = m
- Forze = kN

8.5 GEOMETRIA DEL MODELLO DI CALCOLO

Il modello strutturale è stato realizzato impiegando elementi frame per tutte le parti strutturali (fusti pile, travi impalcato, pulvini etc), elementi shell per i plinti di fondazione e le spalle, mentre gli appoggi sono stati modellati impiegando elementi link elastici.

8.5.1 Elementi strutturali

Come anticipato, tutti gli elementi strutturali sono stati modellati impiegando elementi finiti di tipo frame ai quali sono state assegnate le caratteristiche geometriche, sia in termini di lunghezza della linea d'asse sia in termini di dimensioni della sezione retta (vd. Vista estrusa del modello), ricavate dagli elaborati di progetto originali e dal rilievo geometrico dell'opera.

La struttura dell'impalcato in particolare è stata modellata a graticcio tenendo conto della presenza delle fasce di soletta e dei traversi che contribuiscono alla ripartizione trasversale dei carichi tra le travi di impalcato.

Nelle immagini successive si riportano due viste (profilo, 3D) del modello di calcolo dalle quali si osserva come esso rispecchi, sia come scansione delle luci che come altezza delle pile, la reale geometria dell'opera.

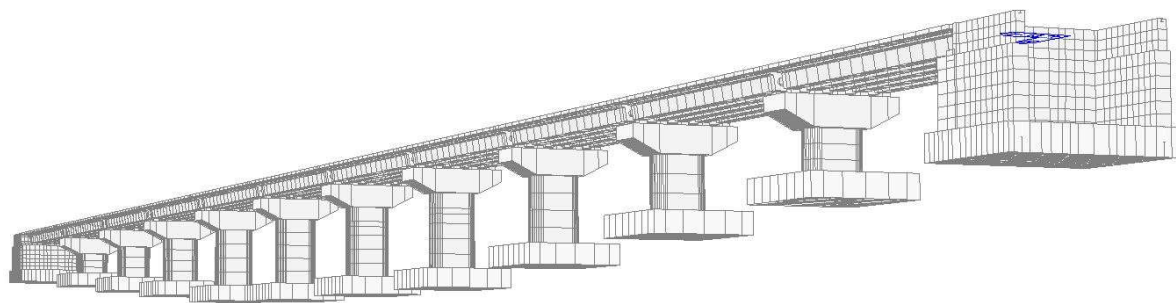


Figura 5 – Vista prospettica modello

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	25

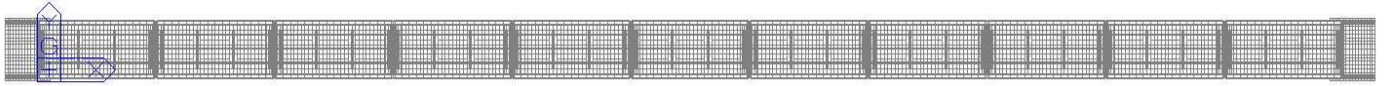


Figura 6 – Pianta impalcato



Figura 7 – Profilo

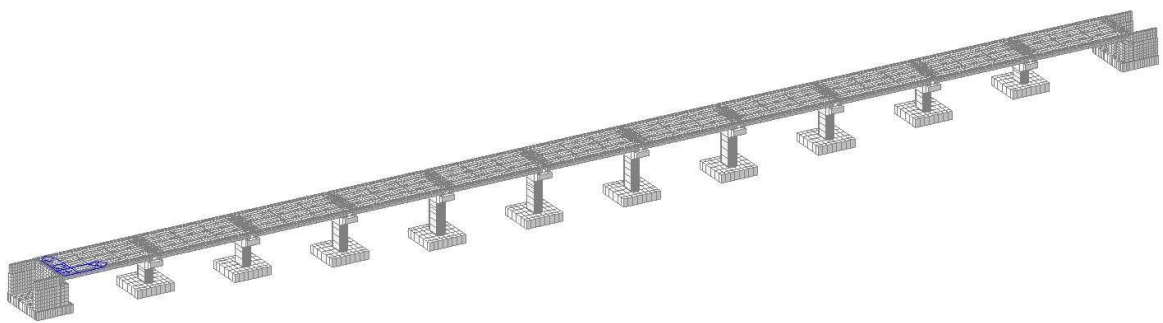


Figura 8 – Vista estrusa

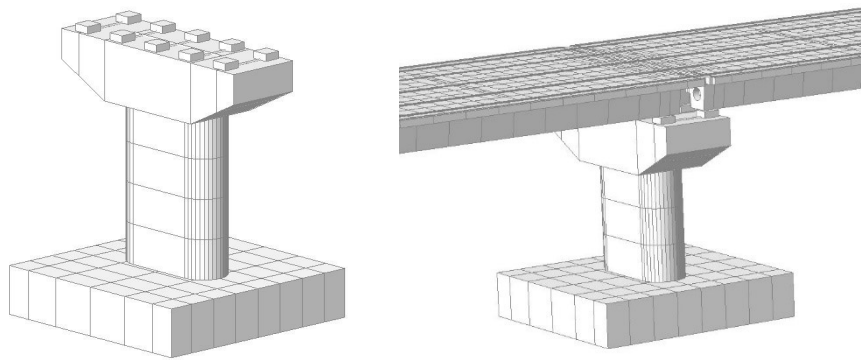


Figura 9 – Vista estrusa pila con impalcato

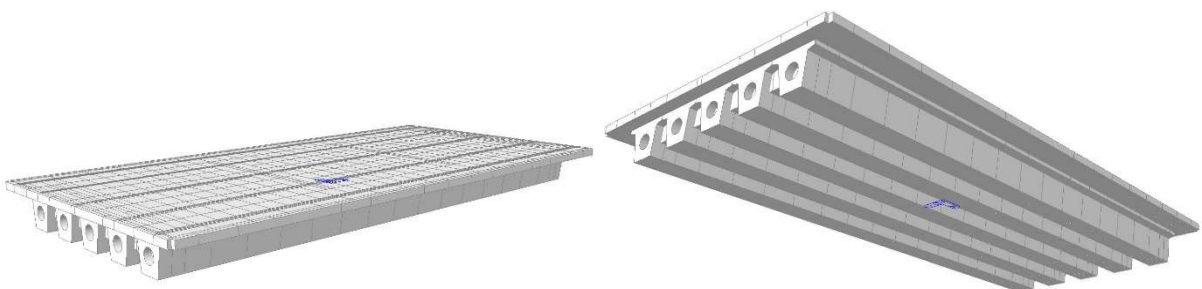


Figura 10 – Vista assometrica impalcato

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

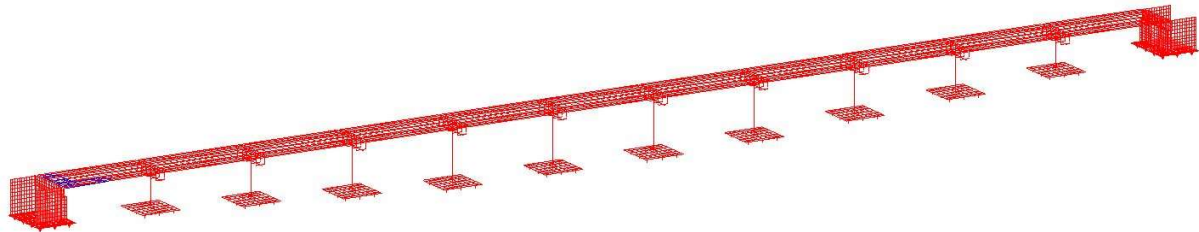


Figura 11 – Vista assonometrica wireframe

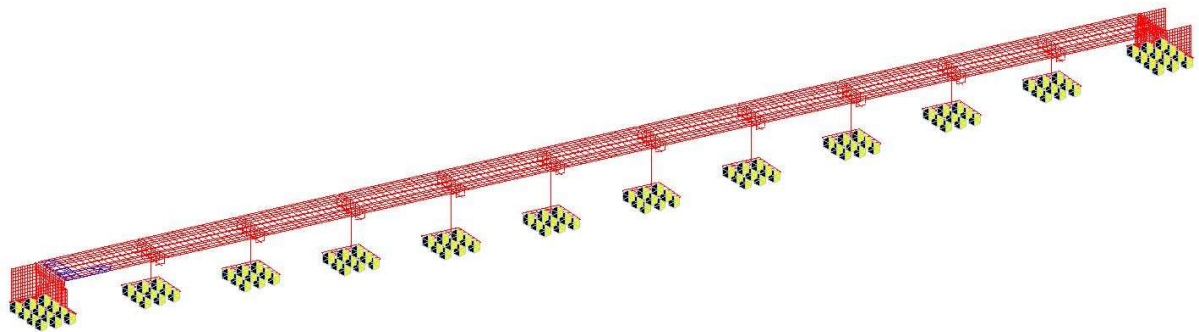


Figura 12 – Vista wireframe con vincoli

8.5.2 Vincoli esterni

Al fine di tener conto della effettiva ripartizione delle azioni in fondazione, sia per le spalle che per le pile, i pali sono stati modellati attraverso l'inserimento di vincoli elastici in corrispondenza di ciascun palo.

Le rigidezze assegnate ai vincoli sono le seguenti:

- K_z (verticale) = 1000000kN/m – corrisponde sostanzialmente alla rigidezza assiale del palo;
- $K_x=K_y$ (laterale) = 135000kN/m – valutata secondo le indicazioni riportate al capitolo 15 della relazione generale geotecnica.

8.5.3 Vincoli interni

I dispositivi di appoggio sono stati modellati sulla base delle caratteristiche meccaniche di rigidezza e dei gradi di libertà da bloccare.

I dispositivi multi-direzionali offrono una rigidezza laterale sostanzialmente nulla (a meno dell'attrito, trattato in precedenza) della superficie di scorrimento. La rigidezza assiale assegnata ai dispositivi è pari a $K_x=100000000kN/m$ in quanto si tratta di appoggi pressoché indeformabili assialmente.

Per dispositivi fissi e uni direzionali sono stati "bloccate" le traslazioni nelle direzioni dei gdl impediti assegnando una elevata rigidezza alla direzione considerata.

La rigidezza assiale assegnata ai dispositivi è pari a $K_x=10000000kN/m$ mentre la rigidezza laterale è stata considerata pari a $K_y=K_z=1000000kN/m$ per tenere in considerazione una (minima) deformabilità del dispositivo.

8.6 CARICHI E MASSE

8.6.1 Applicazione dei carichi strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali (impalcato, pulvini, pile, plinti ecc.) è stato valutato in automatico dal software di calcolo in funzione delle dimensioni delle sezioni trasversali e delle caratteristiche del materiale assegnato.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

8.6.2 Applicazione dei carichi fissi non strutturali e azioni variabili

I carichi fissi non strutturali (manto, barriere, drenaggi, ecc.) sono stati assegnati come un carico uniforme agli elementi frame mediante i quali sono state modellate le strutture di impalcato. Il valore del carico distribuito è quello definito nell'analisi dei carichi.

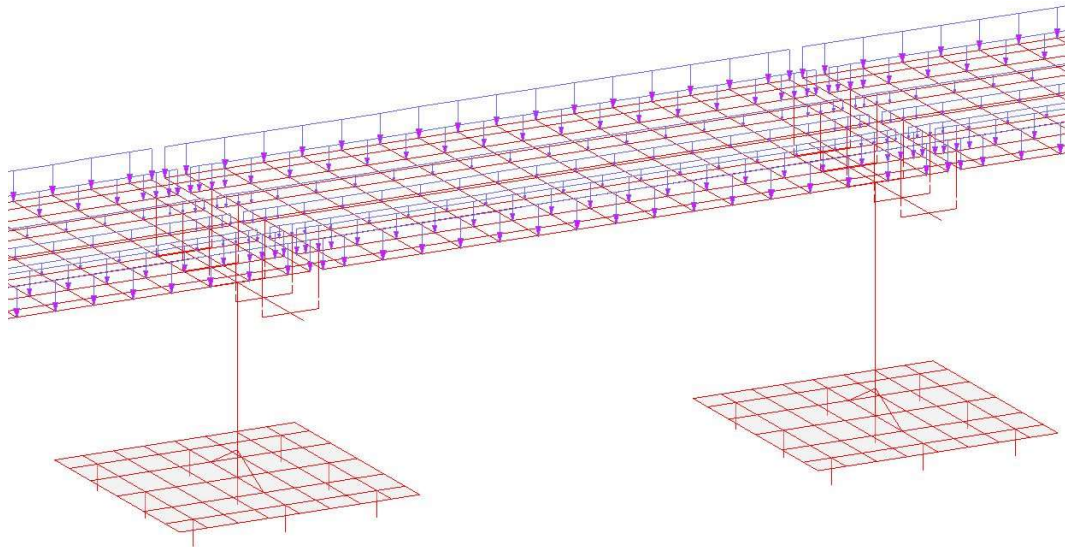


Figura 13 – Carichi G2

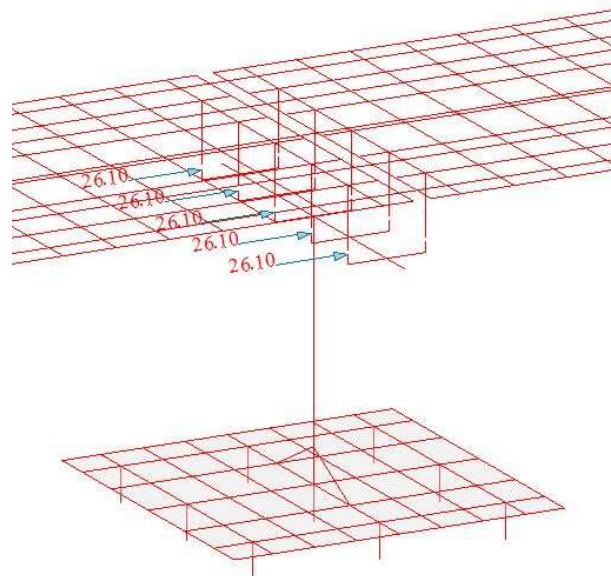


Figura 14 – Carichi attrito vincolo

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	28

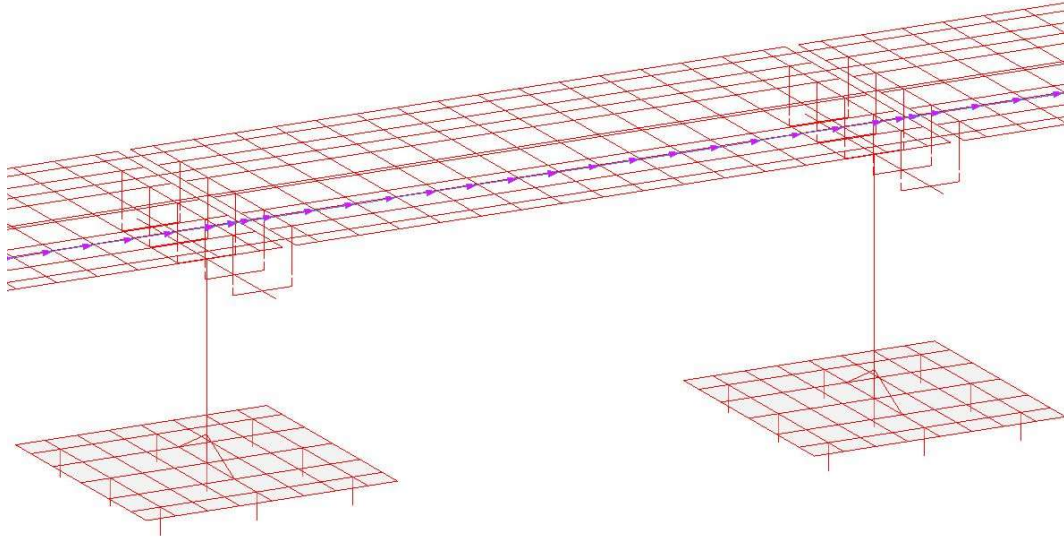


Figura 15 – Azione frenamento

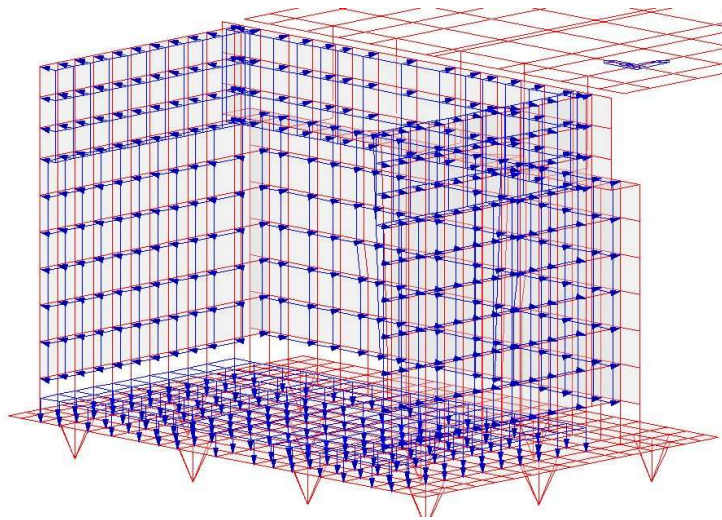


Figura 16 – Carichi mobili spalla

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	29

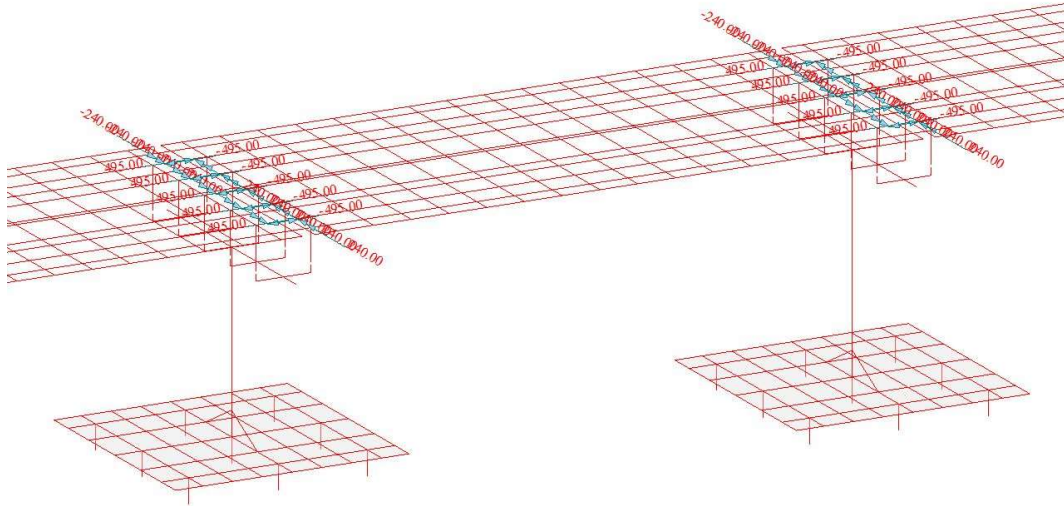


Figura 17 – Carichi ritiro

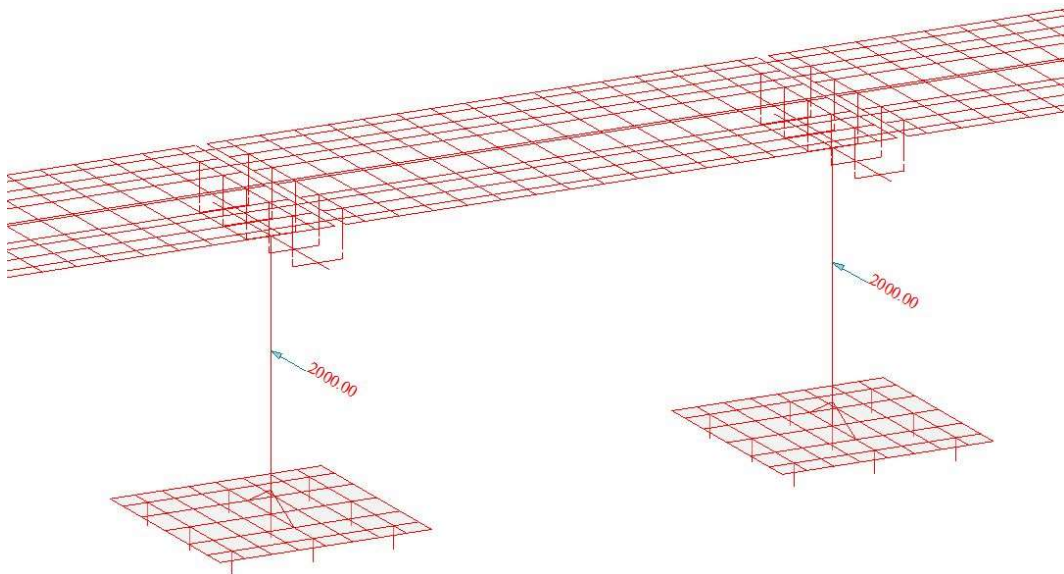


Figura 18 – Carichi urto ferroviario

IV03 - Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	30

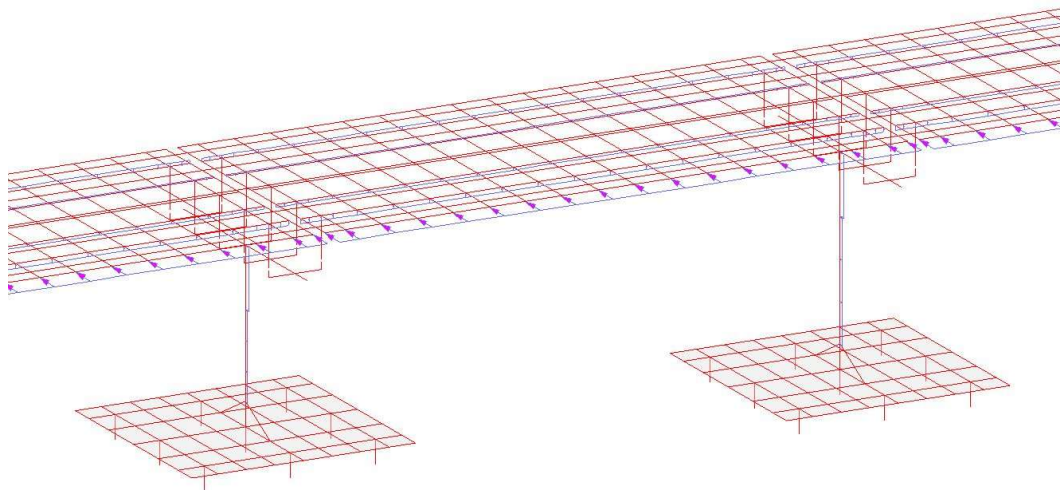


Figura 19 – Carichi vento x

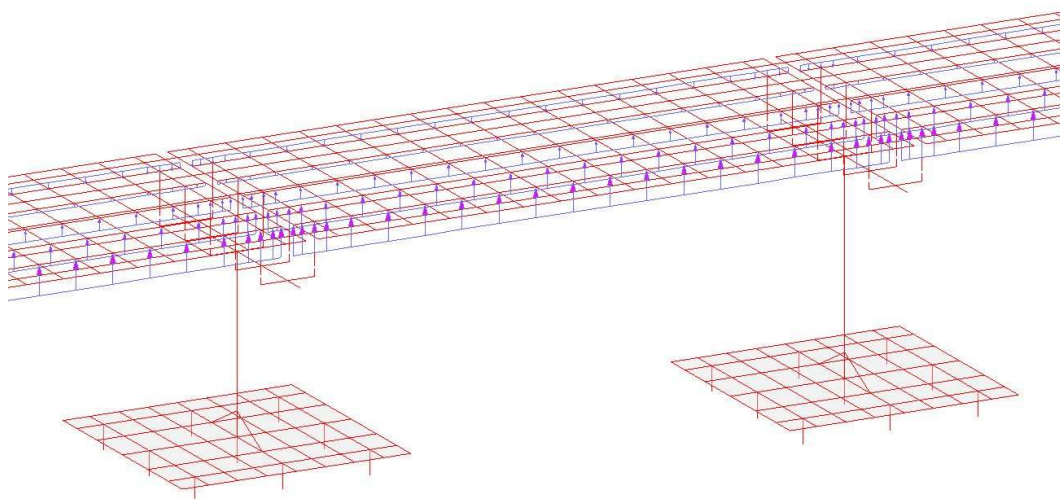


Figura 20 – Carichi vento z

8.6.3 Masse sismiche e carichi applicati

La massa degli elementi strutturali (impalcato, pulvini, pile, plinti ecc) e quella relativa ai carichi fissi non strutturali (massetto, manto, barriere, ecc) è stata valutata in automatico dal software di calcolo in funzione dei carichi da peso proprio e dei carichi (G2) applicati.

L'azione sismica sulle spalle oltre che dalle forze di inerzia legate all'accelerazione delle masse strutturali e del terreno di riempimento viene applicata anche sotto forma di sovra-spinte sismiche calcolate mediante il metodo di Mononobe-Okabe. Vengono differenziate (ai fini delle combinazioni di carico) le sovra-spinte sismiche in direzione longitudinale (x, positive e negative) ed in direzione trasversale (y, positive e negative).

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	31

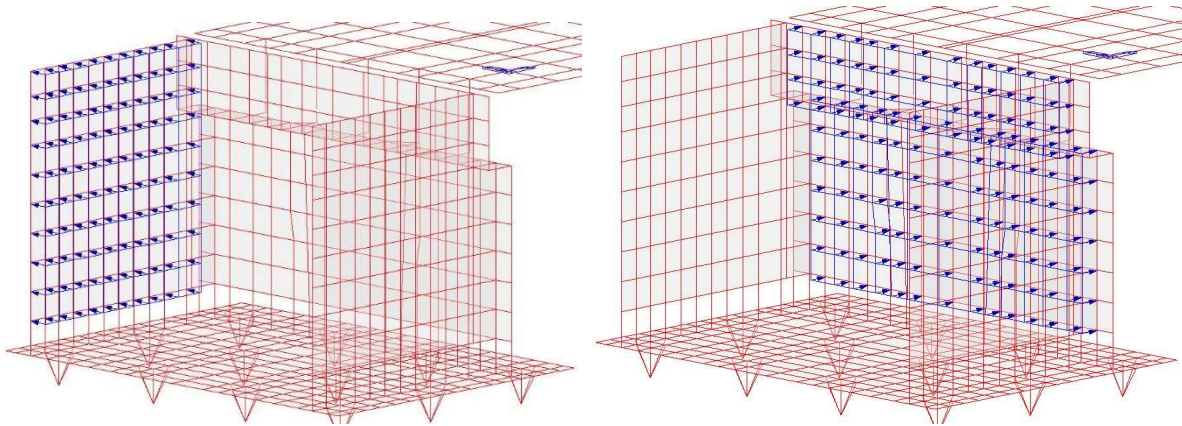


Figura 21 – Sovraspinte sismiche applicate alla Spalla A: SLVY+ (sx) e SLVX+(dx)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV03 - Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	32

9. CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Il presente paragrafo illustra nel dettaglio i criteri generali di verifica adottati per le verifiche strutturali condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione ed a taglio;
- verifiche per gli stati limite di esercizio per la fessurazione e per le tensioni.

9.1 VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Le verifiche di stato limite ultimo sono state eseguite nei confronti delle sollecitazioni di pressoflessione e taglio.

Nello specifico, per entrambe le spalle si adottano i seguenti criteri di verifica:

- Per tutte le verifiche allo SLU si fa riferimento alle sollecitazioni derivanti dalle combinazioni di carico definite allo SLU con riferimento alle caratteristiche dei materiali calcolate secondo le indicazioni delle NTC 2018 (tensione snervamento e limitazione deformazione massima acciaio)
- Per le verifiche SLV di muro frontale, paraghiaia e muri andatori si fa riferimento alle sollecitazioni derivanti dalle combinazioni di carico definite allo SLV con riferimento alle caratteristiche di resistenza dei materiali calcolate secondo le indicazioni delle NTC 2018 limitando la deformazione massima dell'acciaio al valore 0.1% al fine di garantire, secondo quanto espresso dalle NTC un limitato danneggiamento delle strutture anche per sisma allo SLV
- Per le verifiche di resistenza a flessione e taglio in condizioni sismiche SLV degli elementi di fondazione si fa riferimento alle sollecitazioni derivanti dall'analisi strutturale ottenute assumendo un fattore di struttura q unitario. (Calcolo elastico).

9.1.1 Verifica a pressoflessione

Le verifiche a pressoflessione vengono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di mobilitazione (FS) come rapporto tra la sollecitazione resistente e la massima agente.

Le verifiche flessionali allo SLU sono eseguite adottando le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima.

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

Per quanto attiene la legge σ - ϵ del calcestruzzo si è utilizzata una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa e assumendo $\epsilon_{c2}=0,2\%$ e $\epsilon_{cu}=0,35\%$.

Per quanto riguarda l'acciaio si è assunto un diagramma bilineare elastico-perfettamente plastico.

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

9.1.2 Verifica a taglio

La verifica allo SLU per taglio è stata condotta assumendo i seguenti valori della resistenza di calcolo:

- Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ C_{Rd,c} \cdot k \cdot \left[(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

- Sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cot \vartheta$$

- Massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \vartheta + \tan \vartheta}$$

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{200/d}$ con d in mm
- $\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d}$
- A_{sl} è l'area dell'armatura tesa
- b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd}$
- N_{Ed} è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi
- A_c è l'area della sezione di calcestruzzo
- $C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c}$
- $k_1 = 0.15$
- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}$
- $v = 0.5$ per calcestruzzi fino a C70/85
- $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$
- A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio
- s è il passo delle staffe
- f_{yd} è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio
- $v_1 = v = 0.5$ è il coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio
- α_{cw} è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV03 - Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	34

9.2 VERIFICHE DI STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Le verifiche allo stato limite di esercizio riguardano:

- Controllo delle tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo (combinazioni rara e frequente)
- Limitazione dell'ampiezza delle fessure nel calcestruzzo (combinazioni frequente e quasi permanente)

In entrambi i casi, il calcolo delle tensioni nella sezione resistente avviene ipotizzando una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. Nel primo caso, noti i valori delle tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, si valuta il rispetto dei limiti tensionali previsti dalla norma; nel secondo caso in accordo con quanto riportato al capitolo 3, si adotta il limite $w_1 = 0.2$ mm per tutti gli elementi strutturali analizzati nella presente relazione.

9.2.1 Limitazione delle tensioni

La verifica riguarda il controllo degli stati tensionali ed è soddisfatta se risultano rispettati i seguenti limiti:

- $\sigma_c \leq 0.40 f_{ck}$ (Combinazione Quasi Permanente)
- $\sigma_s \leq 0.75 f_{yk}$ (Combinazione Quasi Permanente)
- $\sigma_c \leq 0.55 f_{ck}$ (Combinazione Caratteristica)
- $\sigma_s \leq 0.75 f_{yk}$ (Combinazione Caratteristica)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

10. ANALISI STRUTTURALE SPALLA A

Nel presente capitolo si riportano i risultati di calcolo della spalla A.

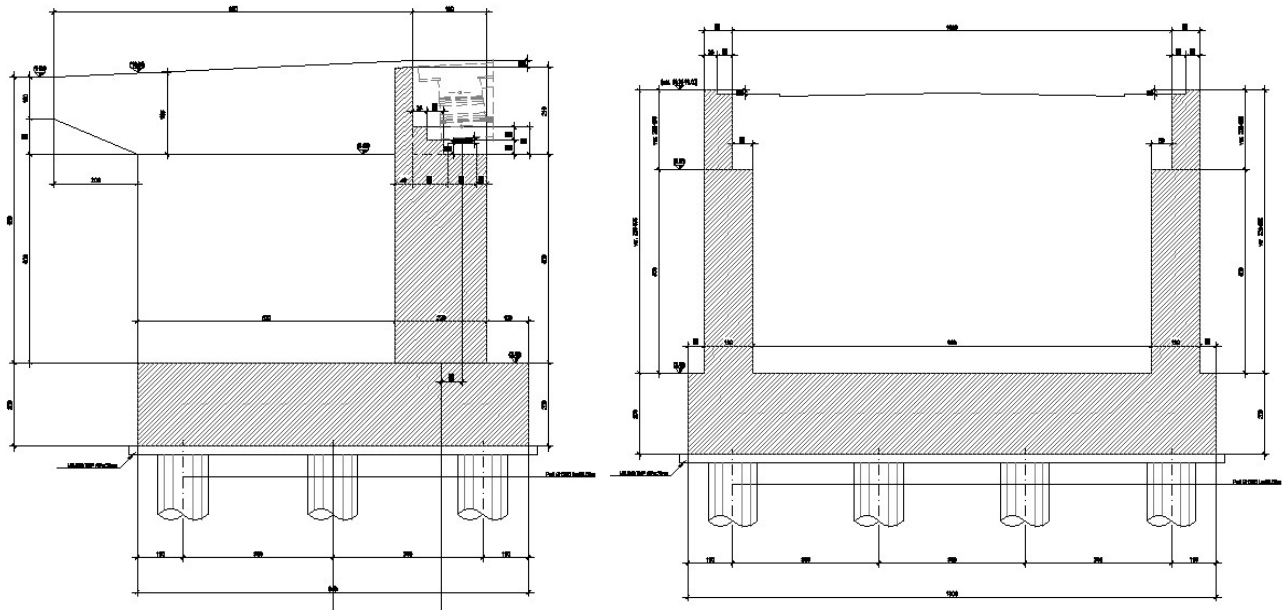


Figura 10-1: Sezioni Spalla A.

10.1 ANALISI GLOBALE DELLA SPALLA

Le spalle sono incluse nel modello globale del viadotto.

Il calcolo delle massime sollecitazioni sui pali di fondazione della spalla è stato condotto considerando le azioni relative alle spinte del terreno agenti, ai pesi propri, ai carichi permanenti, ai carichi accidentali, alle azioni sismiche e ai carichi trasmessi dall'impalcato al baricentro della platea di fondazione.

Si riportano di seguito estratti del modello di calcolo relativi a configurazioni deformate e contour delle sollecitazioni agenti

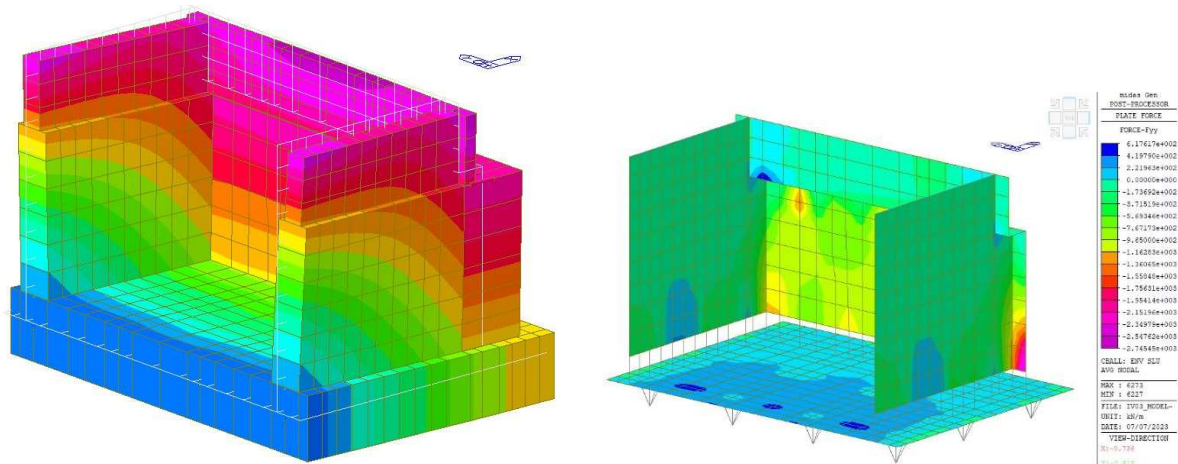


Figura 10-2: Spalla A deformata G1 e involucro SLU N

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	36

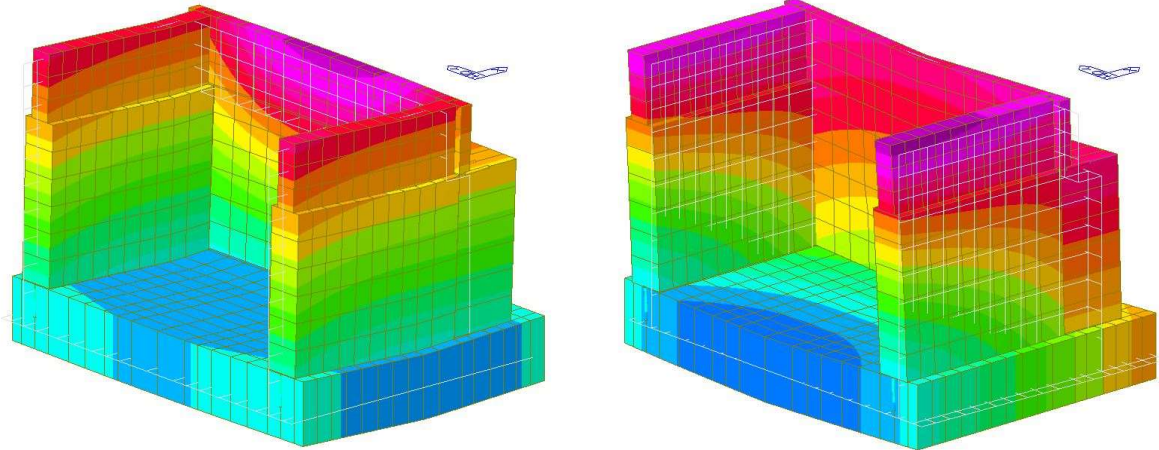


Figura 10-3: Spalla A deformata SLV,x e SLV,y

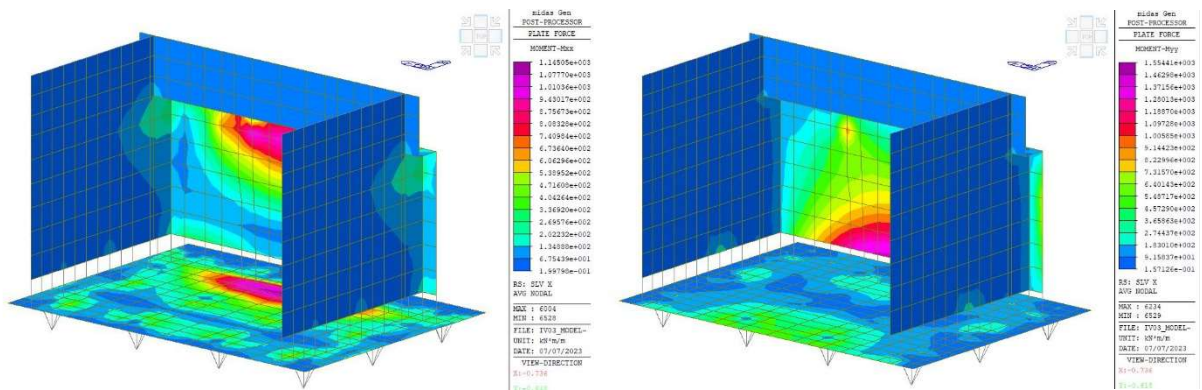


Figura 10-4: Spalla A SLVx Mxx (long) e Myy (trasv)

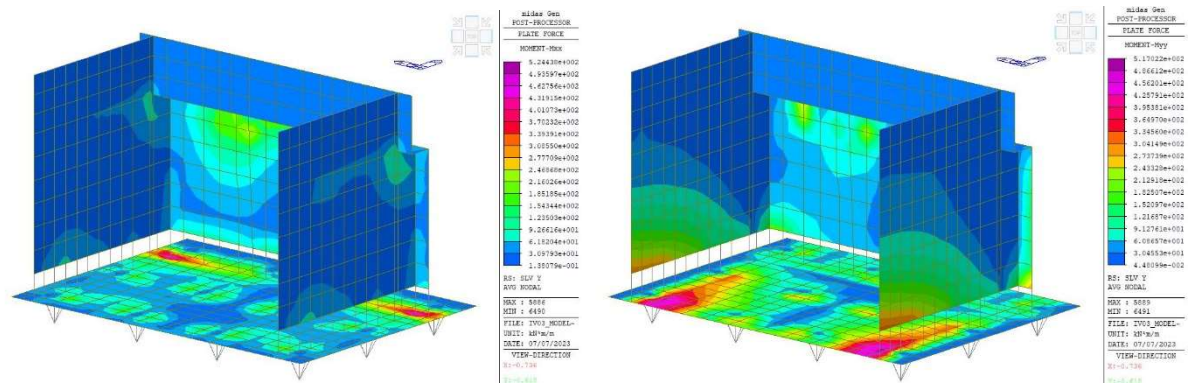


Figura 10-5: Spalla A SLVy Mxx (long) e Myy (trasv)

IV03 - Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	37

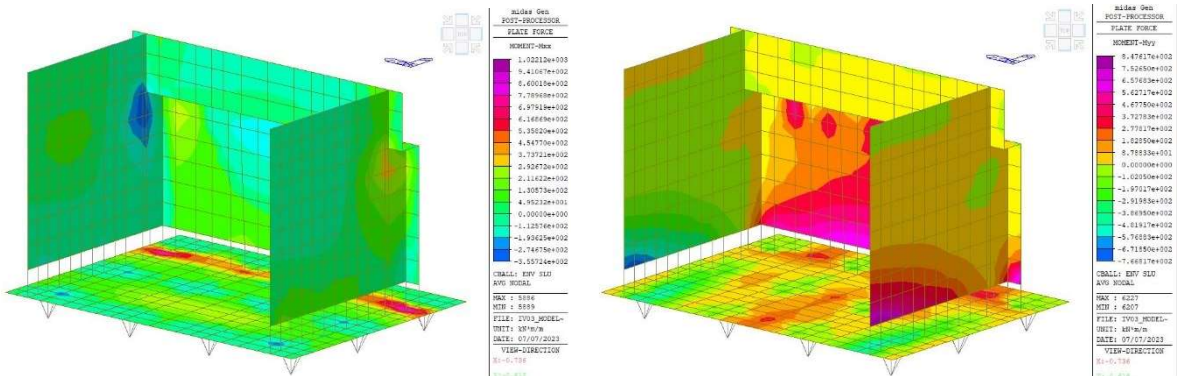


Figura 10-6: Spalla A involucro SLU Mxx (long) e Myy (trasv)

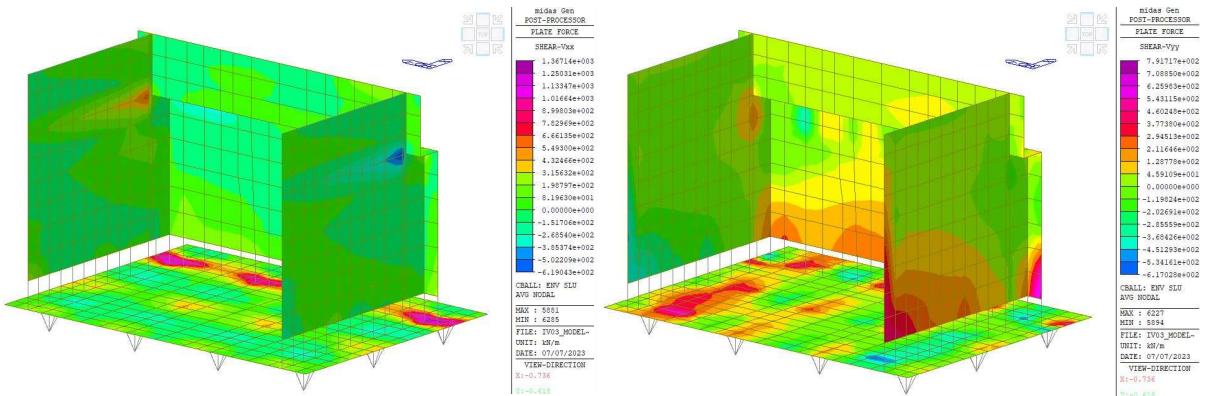


Figura 10-7: Spalla A involucro SLU Vxx e Vyy

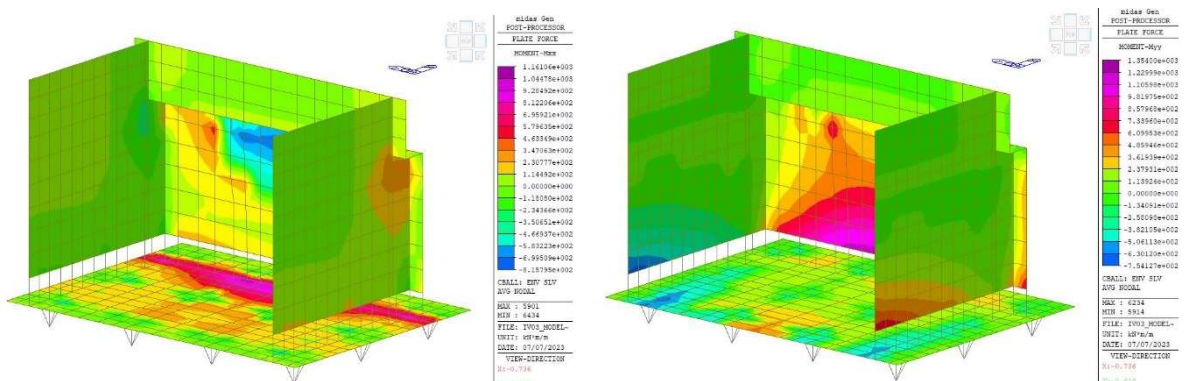


Figura 10-8: Spalla A involucro SLV Mxx (long) e Myy (trasv)

**IV03 - Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	38

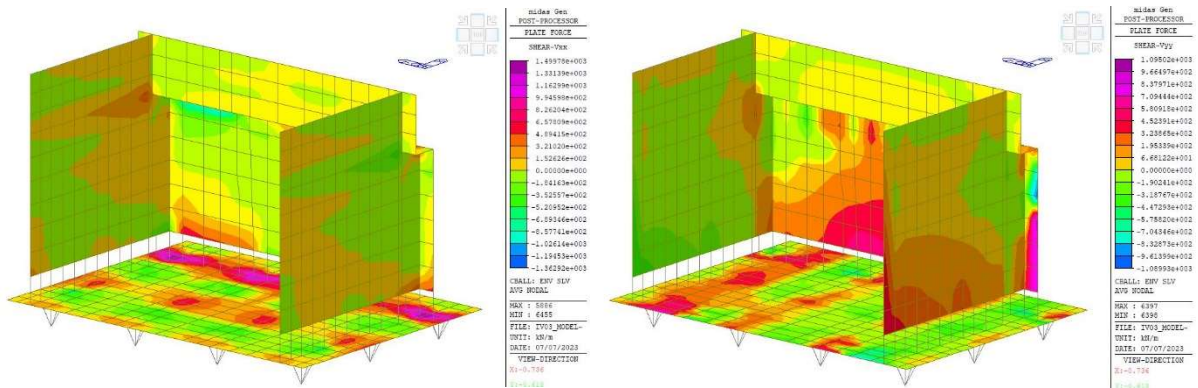


Figura 10-9: Spalla A involucro SLV Vxx e Vyy

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	39

10.2 VERIFICHE STRUTTURALI DELLA SPALLA

Le verifiche strutturali sono eseguite con riferimento alle azioni normali (sforzo normale N e momento flettente M) e alle azioni taglianti della combinazione di calcolo più gravosa ricavata dalle analisi condotte sulla spalla.

Gli elementi strutturali dimensionati costituenti la spalla sono:

- muro frontale;
- paraghiaia;
- muro di risvolto;
- platea di fondazione.

Le verifiche strutturali sono state condotte facendo riferimento ad un modello 3D delle spalle incluse nel modello globale del viadotto.

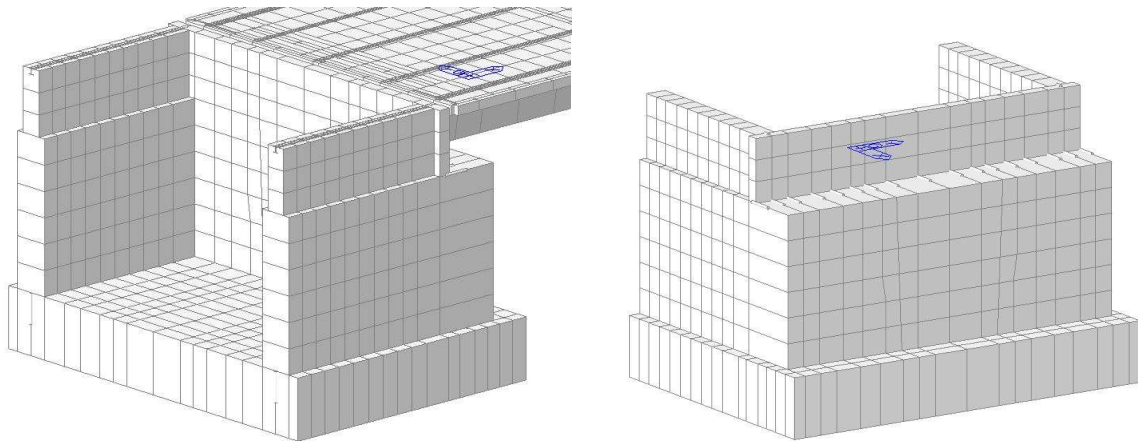


Figura 10-10: Estratto spalla A modello globale

10.2.1 Muro frontale

10.2.1.9 Verifiche SLU/SLV

Il muro frontale viene calcolato per unità di lunghezza, considerando agenti i pesi propri, il sovraccarico stradale a monte della parete, la spinta del terreno, le spinte sismiche, le forze di inerzia e le azioni trasmesse dall'impalato ad intradosso travi.

Le verifiche sono state condotte per le combinazioni di carico più gravose.

Muro frontale:

ENV SLU: $N = -1050 \text{ kN/m}$; $F_x = 0$; $M_{xx} = 261 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 848 \text{ kNm}$; $V_{\max} = 792 \text{ kN/m}$

ENV SLV: $N = -760 \text{ kN/m}$; $F_x = 0$; $M_{xx} = \pm 816 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 1354 \text{ kNm/m}$ (tende le armature verticali interne); $V_{\max} = 1095 \text{ kN/m}$ (base muro) – $V_{h=2\text{m}} = 355 \text{ kN/m}$

Dati sezione di verifica e quantitativi di armatura:

B = 100cm

H = 220cm

Armatura verticale paramento interno (teso): $\phi 26/10\text{cm}$

Armatura verticale paramento esterno: $\phi 26/20\text{cm}$

Spilli: $\phi 16/40 \times 40\text{cm}$

Armatura orizzontale paramento interno: $\phi 20/10\text{cm}$

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

Armatura orizzontale paramento esterno: $\phi 20/10\text{cm}$

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con l'ausilio del software VcaSLU.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Muro frontale SLU_vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica

Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	220	1	53.09	8
			2	26.55	213

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 1050 0 kN
M_{Ed} -848 0 kNm
M_{yEd} 0 0

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Materiali: B450C C30/37

ε_{su} 67 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

M_{xRd} -5352 kNm
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 44.9 ‰
d 212 cm
x 15.33 x/d 0.07232

Figura 10-11: Verifica muro frontale verticale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 848 < 5352 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

Verifica C.A. S.L.U. - File: Muro frontale SLU_HOR

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica

Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	220	1	31.42	8
			2	31.42	213

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{Ed} -261 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{xRd} -2559 kNm

Materiali
B450C C30/37
E_{su} 67 ‰ E_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
E_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

σ_c -17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 2.626 ‰
ε_s 67 ‰
d 212 cm
x 7.997 x/d 0.03772

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Figura 10-12: Verifica muro frontale orizzontale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 261 < 2559 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Muro frontale SLV_vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica

Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	220	1	53.09	8
			2	26.55	213

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 760 kN
M_{Ed} -1354 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{xRd} -4991 kNm

Materiali
B450C C30/37
E_{su} 10 ‰ E_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
E_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

σ_c -15.33 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 1.374 ‰
ε_s 10 ‰
d 212 cm
x 25.61 x/d 0.1208

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Figura 10-13: Verifica muro frontale verticale SLV

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 1354 < 4991 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

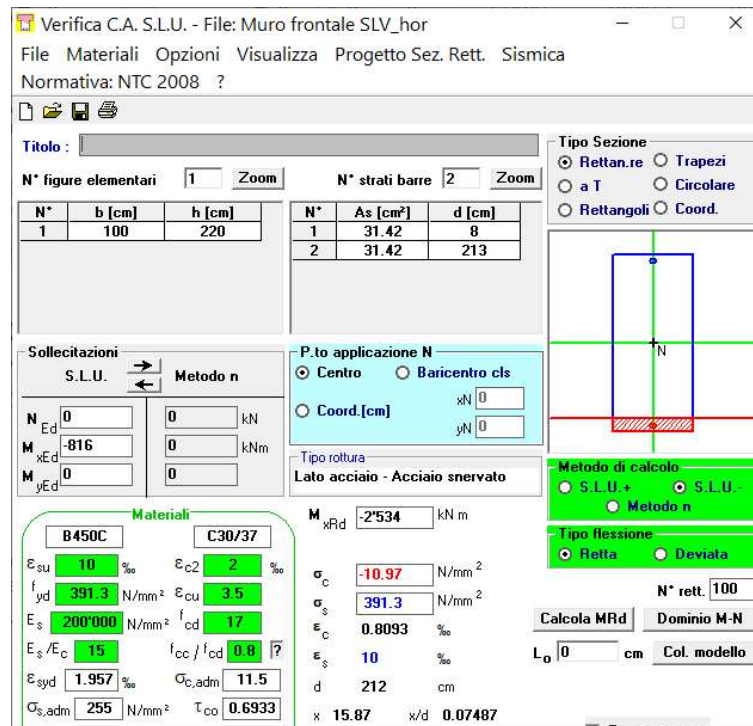


Figura 10-14: Verifica muro frontale orizzontale SLV

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 816 < 2534 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Con riferimento alle azioni taglianti la resistenza della sezione è determinata secondo le indicazioni delle NTC di cui ai precedenti paragrafi.

Per i primi 2 metri di altezza si considerano presenti ai fini delle verifiche a taglio armature in spilli di cui sopra, mentre per il rimanente sviluppo dell'elemento si fa riferimento alla presenza delle sole armature longitudinali tese.

La verifica è svolta con riferimento alla combinazione SLV che risulta essere la più gravosa.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

SEZIONE					
b_w	=	100	cm		
h	=	220	cm		
c	=	5	cm		
d	=	$h-c$	=	215	cm
MATERIALI					
f_{ywd}	=	391.30	MPa		
R_{ck}	=	40.00	MPa		
γ_c	=	1.5			
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	33.20	MPa
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	18.81	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
\varnothing_{st}	=	16			
braccia	=	6.25			
\varnothing_{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	100	cm		
(A_{sw} / s)	=	12.566	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
Armatura trasversale		$\cot(\theta) = 2.50$		$(\theta) = 21.80$	
$V_{Rd} = 2378.88 (KN)$		$\min(V_{Rsd}, VR_{cd})$			

Figura 10-15: Resistenza a taglio sezione con spilli

Nella sezione di base Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente $V_{Rd} \rightarrow 1095 < 2378 \text{ kN} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

SEZIONE					
b _w	=	100	cm		
h	=	220	cm		
c	=	5	cm		
d	=	h-c	=	215	cm
MATERIALI					
f _{ywd}	=	391.30	MPa		
R _{ck}	=	40.00	MPa		
γ _c	=	1.5			
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	33.20	MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	=	18.81	MPa
ARMATURE LONGITUDINALI					
∅	=	26			
Numero	=	10			
A _{sl}	=	53.09	cm ²		
TAGLIO AGENTE					
V _{Ed}	=	0	(KN)		
SFORZO NORMALE					
N _{Ed}	=	650	(KN)		
ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO					
k	=	1.30		$1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	
v _{min}	=	0.301		$0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	
ρ _l	=	0.0025			
σ _{cp}	=	0.3	(Mpa)		
V _{Rd}	=	774.19	(KN)	>= OK	741.7 (KN)
V _{Rd}	=	774.19	(KN)		
α _c	=	1.02			
				Ned/Ac=	0.2955 (Mpa)

Figura 10-16: Resistenza a taglio sezione senza armature a taglio

Nella sezione h=2m Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente V_{Rd} → 355 < 790 kN → Verifica soddisfatta.

10.2.1.10 Verifiche SLE

Risultano i seguenti valori di sollecitazioni in combinazione rara

Muro frontale:

SLE,rara: N=-750kN/m; F_x= 0; M_{xx}=186kNm/m; M_{yy}=606kNm;

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

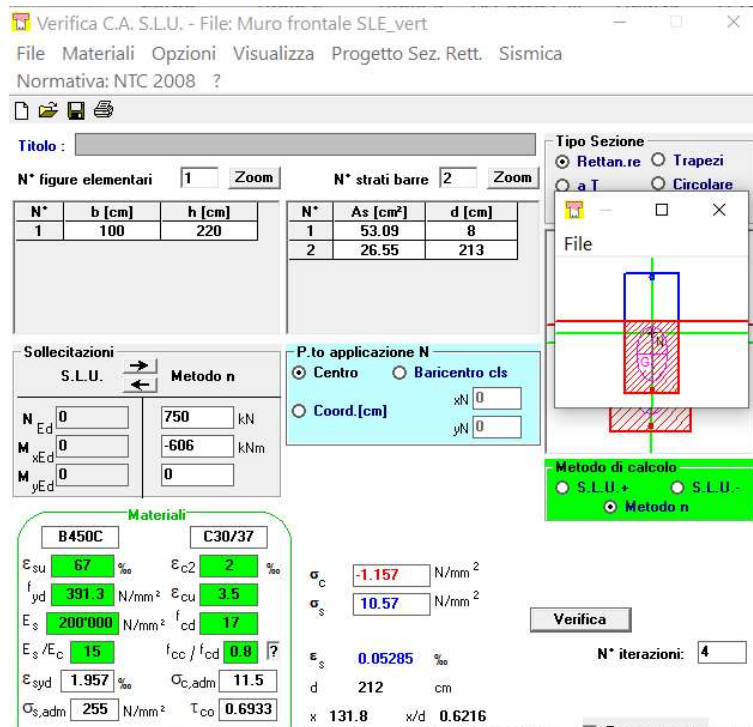


Figura 10-17: Verifica tensionale combinazione rara dir verticale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -1.15 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 10.57 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, molto modesti sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi. Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

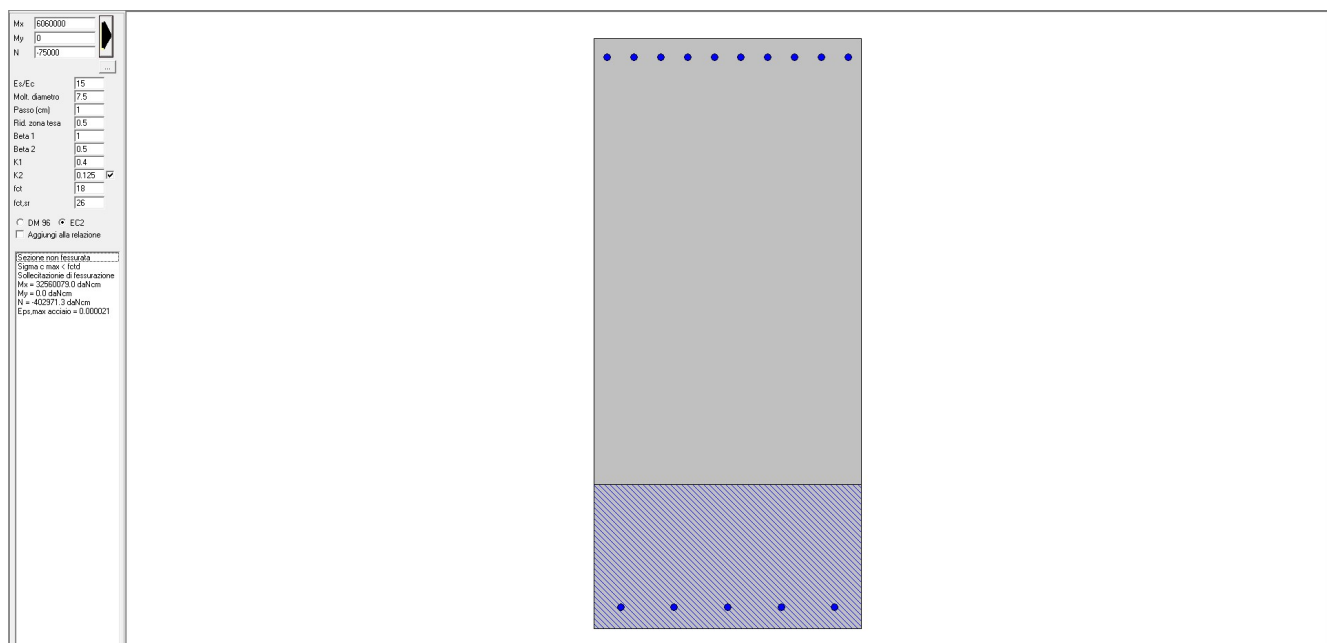


Figura 10-18: Verifica a fessurazione dir verticale

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

La sezione risulta non fessurata.

Con riferimento alle azioni nel piano orizzontale si ottiene:

Verifica C.A. S.L.U. - File: Muro frontale SLE_HOR

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

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	220	1	31.42	8
			2	31.42	213

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 750 kN
 M_{xEd} -187 kNm
 M_{yEd} 0

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

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

Materiali
 B450C C30/37

ϵ_{su} 67 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰	σ_c -0.5352 N/mm ²
f_{yd} 391.3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3.5 ‰	
E_s 200'000 N/mm ²	f_{cd} 17	
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8	ϵ_s -0.01002 ‰
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11.5	
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 0.6933	

Verifica N° iterazioni:

Figura 10-19: Verifica tensionale combinazione rara dir orizzontale

La sezione è interamente compressa. Si omette la verifica a fessurazione.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

10.2.2 Paragliaia

10.2.2.1 Verifiche SLU/SLV

Il paragliaia viene calcolato per unità di lunghezza, considerando agenti i pesi propri, il sovraccarico stradale a monte della parete, la spinta del terreno, le spinte sismiche, le forze di inerzia e le azioni trasmesse dall'impalato ad intradosso travi.

Le verifiche sono state condotte per le combinazioni di carico più gravose.

Paragliaia:

ENV SLU: $N = -200 \text{ kN/m}$; $F_x = 0$; $M_{xx} = 83 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 77 \text{ kNm/m}$; $V_{\max} = 153 \text{ kN/m}$

ENV SLV: $N = -22 \text{ kN/m}$; $M_{xx} = +/- 57 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 26 \text{ kNm/m}$ (tende le armature verticali interne); $V_{\max} = 75 \text{ kN/m}$

Dati sezione di verifica e quantitativi di armatura:

$B = 100 \text{ cm}$

$H = 40 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento interno (teso): $\phi 16/10 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento esterno: $\phi 16/20 \text{ cm}$

Spilli: $\phi 8/40 \times 40 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento interno: $\phi 16/20 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento esterno: $\phi 16/10 \text{ cm}$

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con l'ausilio del software VcaSLU.

Figura 10-20: Verifica paragliaia verticale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 77 < 270 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

Verifica C.A. S.L.U. - File: Paraghiaia SLU_hor

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

Titolo :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	20.11	7
			2	11.31	33

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -83 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Materiali

B450C C30/37

ε_{su} 67 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

M_{xRd} -242.6 kNm
σ_c -17 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 14.76 ‰
d 33 cm
x 6.326 x/d 0.1917

Figura 10-21: Verifica paraghiaia orizzontale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 83 < 242 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Paraghiaia SLV_vert

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

Titolo :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	20.11	7
			2	10.05	33

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 26 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Materiali

B450C C30/37

ε_{su} 10 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

M_{xRd} -240.9 kNm
σ_c -17 N/mm²
ε_c 2.489 ‰
ε_s 10 ‰
d 33 cm
x 6.577 x/d 0.1993

Figura 10-22: Verifica paraghiaia verticale SLV

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 26 < 240 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Paraghiaia SLV_hor

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica

Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	20.11	7
			2	11.31	33

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 57 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Materiali

B450C C30/37

E_{su} 10 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

M_{xRd} -240.9 kN m
σ_c -17 N/mm²
ε_c 2.496 ‰
ε_s 10 ‰
d 33 cm
x 6.592 x/d 0.1998

Figura 10-23: Verifica paraghiaia orizzontale SLV

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 57 < 240 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Con riferimento alle azioni taglianti la resistenza della sezione è determinata secondo le indicazioni delle NTC di cui ai precedenti paragrafi.

La verifica è svolta determinando separatamente il taglio resistente della sezione con e senza armature a taglio (spilli).

La verifica è svolta con riferimento alla combinazione SLU che risulta essere la più gravosa.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

SEZIONE					
b_w	=	100	cm		
h	=	40	cm		
c	=	5	cm		
d	=	$h-c$	=	35	cm
MATERIALI					
f_{ywd}	=	391.30	MPa		
R_{ck}	=	40.00	MPa		
γ_c	=	1.5			
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	33.20	MPa
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	18.81	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
\varnothing_{st}	=	12			
braccia	=	6.25			
\varnothing_{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	100	cm		
(A_{sw} / s)	=	7.069	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
Armatura trasversale		$\cot(\theta) = 2.50$		$(\theta) = 21.80$	
$V_{Rd} = 217.83 (KN)$		$\min(V_{Rsd}, VR_{cd})$			

Figura 10-24: Resistenza a taglio sezione con spilli

Nella sezione di base Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente $V_{Rd} \rightarrow 153 < 217 \text{ kN} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	51

SEZIONE					
b_w	=	100	cm		
h	=	40	cm		
c	=	5	cm		
d	=	$h-c$	=	35	cm
MATERIALI					
f_{ywd}	=	391.30	MPa		
R_{ck}	=	40.00	MPa		
γ_c	=	1.5			
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	33.20	MPa
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	18.81	MPa
ARMATURE LONGITUDINALI					
\varnothing	=	16			
Numero	=	10			
A_{sl}	=	20.11	cm ²		
TAGLIO AGENTE					
V_{Ed}	=	0	(KN)		
SFORZO NORMALE					
N_{Ed}	=	0	(KN)		
ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO					
k	=	1.76	$1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		
v_{min}	=	0.469	$0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		
ρ_l	=	0.0057			
σ_{cp}	=	0.0	(Mpa)		
V_{Rd}	=	197.04	(KN)	>= OK	164.2 (KN)
V_{Rd}	=	197.04	(KN)		
α_c	=	1.00		$N_{ed}/A_{c=}$	0.0000 (Mpa)

Figura 10-25: Resistenza a taglio sezione senza armature a taglio

Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente $V_{Rd} \rightarrow 153 < 197 \text{ kN} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

10.2.2.2 Verifiche SLE

Risultano i seguenti valori di sollecitazioni in combinazione rara

Muro frontale:

SLE,rara: $N=-143\text{kN/m}$; $F_x=0$; $M_{xx}=59\text{kNm/m}$; $M_{yy}=55\text{kNm}$;

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

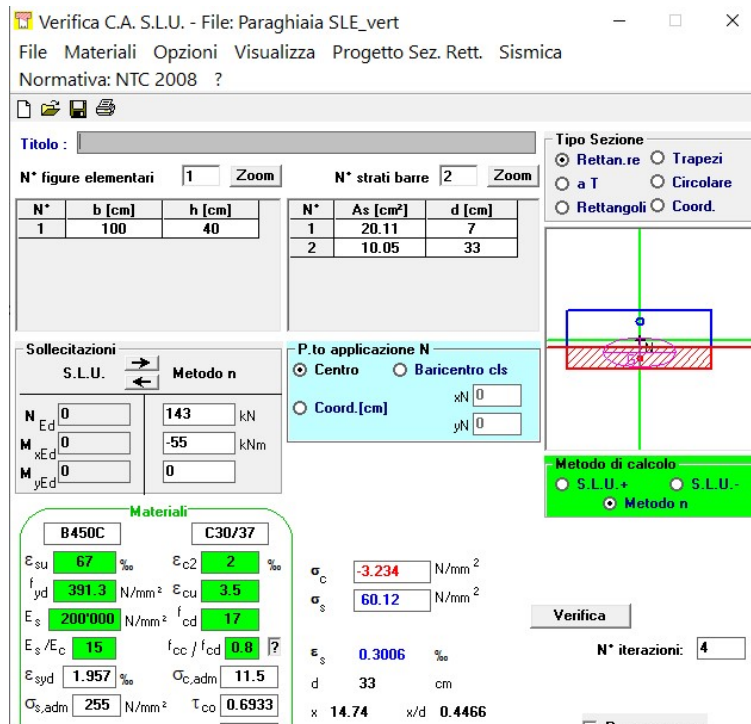


Figura 10-26: Verifica tensionale combinazione rara dir verticale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -3.23 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 60.12 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

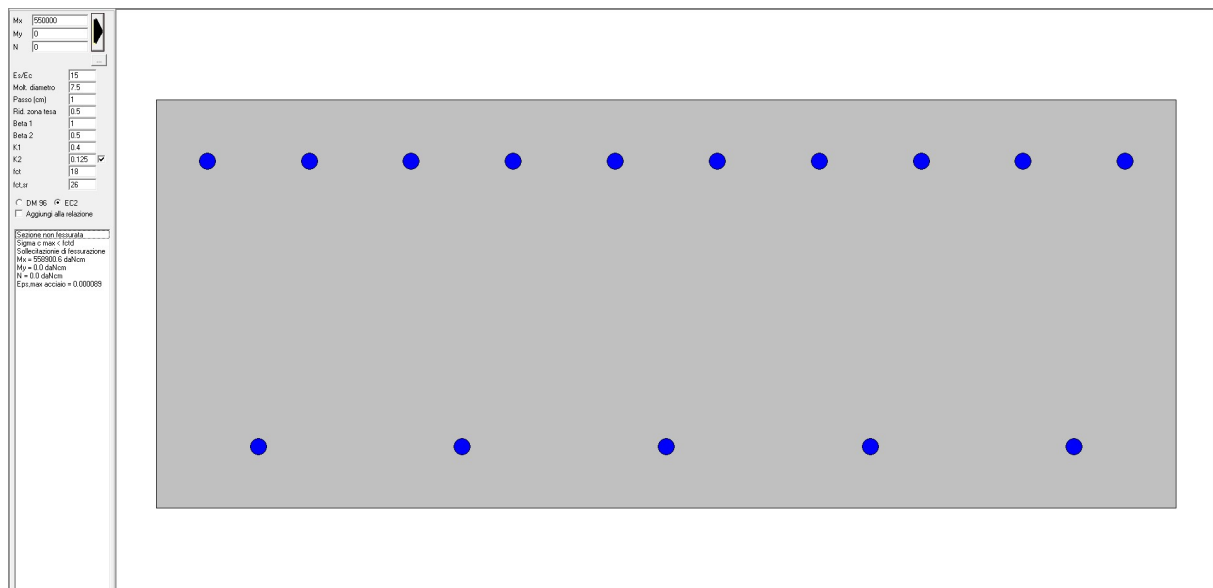


Figura 10-27: Verifica a fessurazione dir verticale

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

La sezione risulta non fessurata.

Con riferimento alle azioni nel piano orizzontale si ottiene:

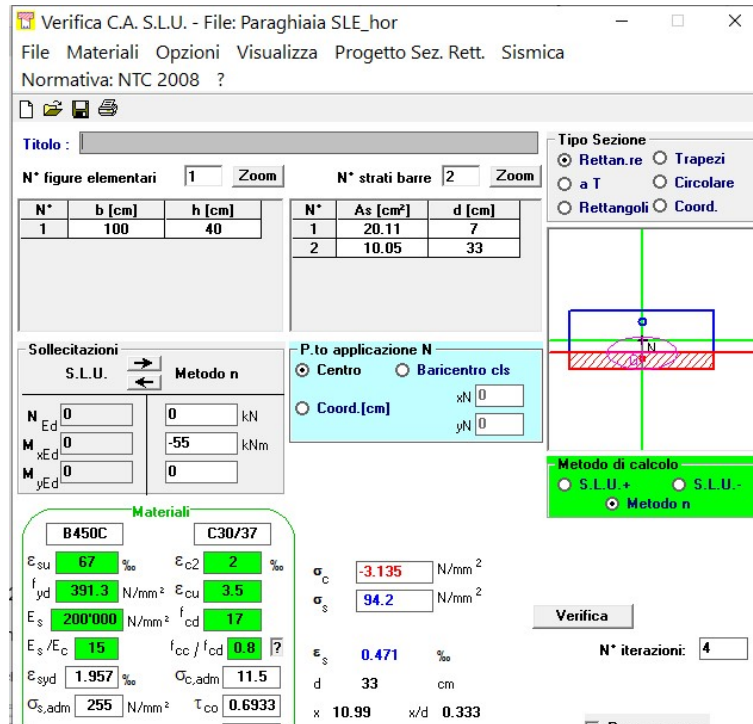


Figura 10-28: Verifica tensionale combinazione rara dir orizzontale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -3.13 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 94.2 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

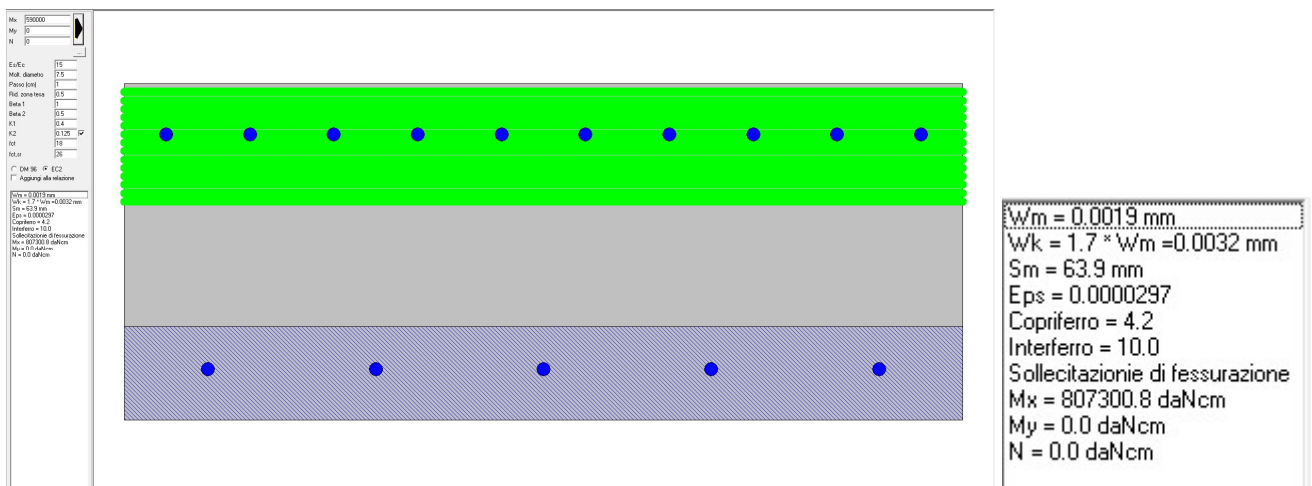


Figura 10-29: Verifica a fessurazione dir orizzontale

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV03 - Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	54

Risulta un valore di ampiezza delle fessure w_k pari a 0.0032 mm, inferiore al limite $w_1 = 0.2\text{mm}$ di cui al §3.2

MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

10.2.3 Muri andatori – sezione spiccato

10.2.3.9 Verifiche SLU/SLV

I muri andatori sono calcolati per unità di lunghezza, considerando agenti i pesi propri, il sovraccarico stradale a monte della parete, la spinta del terreno, le spinte sismiche e le forze di inerzia. Le verifiche sono state condotte per le combinazioni di carico più gravose.

Muro andatore parte bassa (spessore 120cm):

ENV SLU: $N = -212 \text{ kN/m}$; F_x (sforzo normale orizzontale) = 155 kN/m ; $M_{xx} = 345 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 769 \text{ kNm}$ (armature verticali interne tese); $V_{\max} = 432 \text{ kN/m}$

ENV SLV: $N = -145 \text{ kN/m}$; F_x (sforzo normale orizzontale) = 229 kN/m ; $M_{xx} = +/- 318 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 726 \text{ kNm/m}$ (tende le armature verticali interne); $V_{\max} = 386 \text{ kN/m}$

Dati sezione di verifica e quantitativi di armatura parte bassa:

$B = 100 \text{ cm}$

$H = 120 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento interno (teso): $\phi 26/10 \text{ cm}$

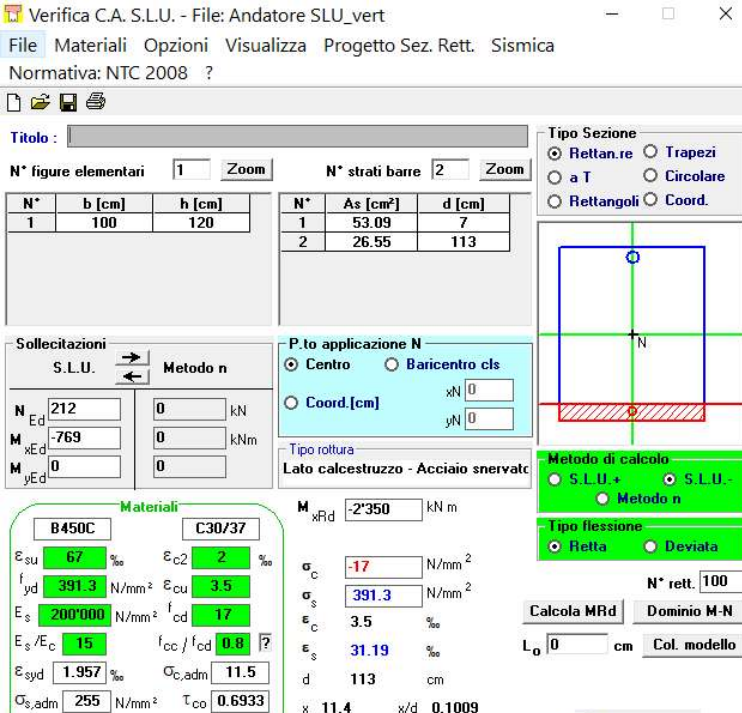
Armatura verticale paramento esterno: $\phi 26/20 \text{ cm}$

Spilli: $\phi 16/40 \times 40 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento interno: $\phi 20/10 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento esterno: $\phi 20/10 \text{ cm}$

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con l'ausilio del software VcaSLU.



Verifica C.A. S.L.U. - File: Andatore SLU_vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica

Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	53.09	7
			2	26.55	113

Solllecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 212 0 kN
M Ed -769 0 kNm
M Rd -2350 kNm

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

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Materiali

B450C C30/37

E_{su} 67 ‰ E_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 E_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 31.19 ‰
d 113 cm
x 11.4 x/d 0.1009

Figura 10-30: Verifica muro andatore basso verticale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 769 < 2350 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

Verifica C.A. S.L.U. - File: Andatore SLU_hor

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	31.42	7
			2	31.42	113

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -155 0 kN
 M_{xEd} 345 0 kNm
 M_{yEd} 0 0

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} -1261 kNm

Materiali
 B450C C30/37
 ε_{su} 67 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 51.12 ‰
 d 113 cm
 x 7.241 x/d 0.06408

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Figura 10-31: Verifica muro andatore basso orizzontale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 345 < 1261 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Andatore SLV_vert

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	53.09	7
			2	26.55	113

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 145 0 kN
 M_{xEd} -726 0 kNm
 M_{yEd} 0 0

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

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{xRd} -2'295 kNm

Materiali
 B450C C30/37
 ε_{su} 10 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

σ_c -16.62 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 1.702 ‰
 ε_s 10 ‰
 d 113 cm
 x 16.43 x/d 0.1454

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Figura 10-32: Verifica muro andatore basso verticale SLV

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 726 < 2295 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Figura 10-33: Verifica muro andatore basso orizzontale SLV

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 318 < 1330 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Con riferimento alle azioni taglianti la resistenza della sezione è determinata secondo le indicazioni delle NTC di cui ai precedenti paragrafi.

La verifica è svolta determinando il taglio resistente della sezione con armature a taglio (spilli).

La verifica è svolta con riferimento alla combinazione SLU che risulta essere la più gravosa.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	58

SEZIONE					
b _w	=	100	cm		
h	=	120	cm		
c	=	5	cm		
d	=	h-c	=	115	cm
MATERIALI					
f _{ywd}	=	391.30	MPa		
R _{ck}	=	40.00	MPa		
γ _c	=	1.5			
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	33.20	MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	=	18.81	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
∅ _{st}	=	16			
braccia	=	6.25			
∅ _{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	100	cm		
(A _{sw} / s)	=	12.566	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
Armatura trasversale		cot(θ) = 2.50		(θ) = 21.80	
V_{Rd} = 1272.42 (KN)		min(V_{Rsd}, V_{Rcd})			

Figura 10-34: Resistenza a taglio sezione con spilli

Nella sezione di base Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente V_{Rd} → 432 < 1272 kN → Verifica soddisfatta.

10.2.3.10 Verifiche SLE

Risultano i seguenti valori di sollecitazioni in combinazione rara

Muro andatore parte bassa:

SLE,rara: N=-151kN/m; F_x= 110kN/m; M_{xx}=246kNm/m; M_{yy}=549kNm;

MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

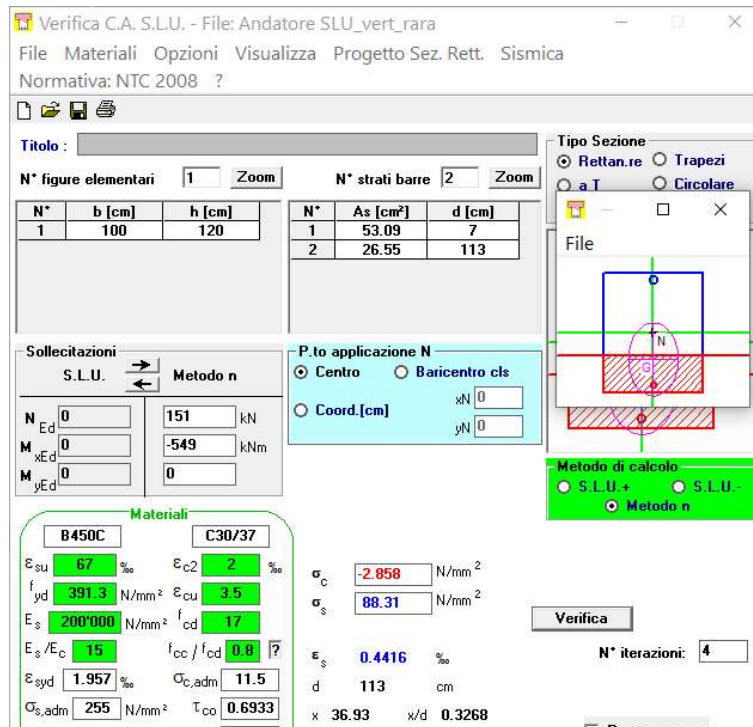


Figura 10-35: Verifica tensionale combinazione rara dir verticale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -2.85 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 88.31 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

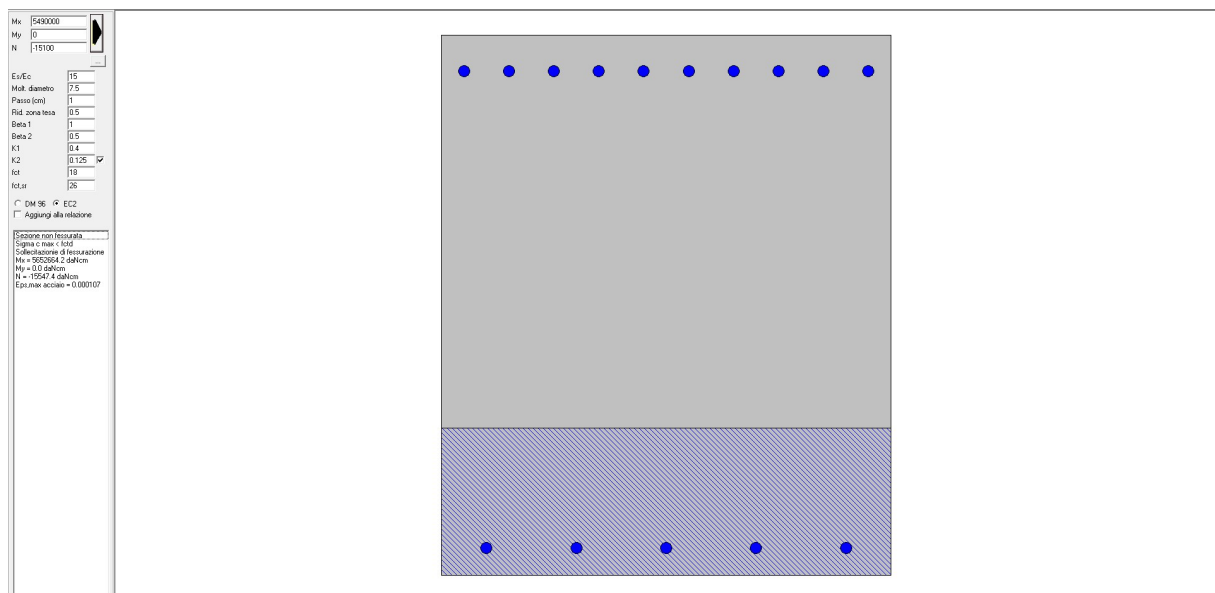


Figura 10-36: Verifica a fessurazione dir verticale

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

La sezione risulta non fessurata.

Con riferimento alle azioni nel piano orizzontale si ottiene:

Verifica C.A. S.L.U. - File: Andatore SLU_hor_rara

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

TITOLO : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	31.42	7
			2	31.42	113

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 -110 kN
M_{xEd} 0 -246 kNm
M_{yEd} 0 0

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

Materiali
B450C C30/37

E _{su} 67 ‰	E _{c2} 2 ‰	σ _c -1.334 N/mm ²
f _{yd} 391.3 N/mm ²	E _{cu} 3.5 ‰	σ _s 91.28 N/mm ²
E _s 200'000 N/mm ²	f _{cd} 17	ε _s 0.4564 ‰
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8	d 113 cm
ε _{syd} 1.957 ‰	σ _{c,adm} 11.5	x 20.32 x/d 0.1798
σ _{s,adm} 255 N/mm ²	T _{co} 0.6933	

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

Verifica N° iterazioni: 5

Figura 10-37: Verifica tensionale combinazione rara dir orizzontale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -1.34 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 91.28 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

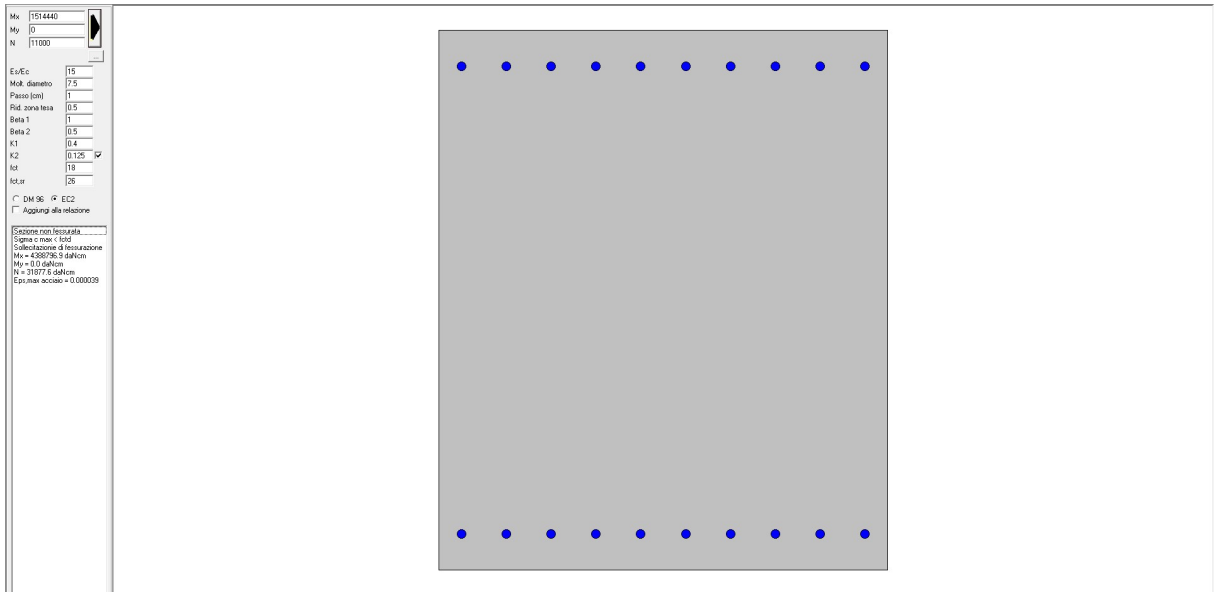


Figura 10-38: Verifica a fessurazione dir orizzontale

La sezione non è fessurata.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	62

10.2.4 Muri andatori – parte alta

10.2.4.9 Verifiche SLU/SLV

I muri andatori sono calcolati per unità di lunghezza, considerando agenti i pesi propri, il sovraccarico stradale a monte della parete, la spinta del terreno, le spinte sismiche e le forze di inerzia.

Le verifiche sono state condotte per le combinazioni di carico più gravose.

Muro andatore parte alta (spessore 70cm)

ENV SLU: $N = -49 \text{ kN/m}$; F_x (sforzo normale orizzontale) = 110 kN/m ; $M_{xx} = 130 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 39 \text{ kNm}$; $V_{\max} = 220 \text{ kN/m}$

ENV SLV: $N = -22 \text{ kN/m}$; $M_{xx} = +/- 84 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 186 \text{ kNm/m}$ (tende le armature verticali interne); $V_{\max} = 61 \text{ kN/m}$

Dati sezione di verifica e quantitativi di armatura parte alta:

$B = 100 \text{ cm}$

$H = 70 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento interno (teso): $\phi 20/10 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento esterno: $\phi 20/20 \text{ cm}$

Spilli: $\phi 12/40 \times 40 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento interno: $\phi 20/10 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento esterno: $\phi 20/10 \text{ cm}$

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con l'ausilio del software VcaSLU.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Andatore alto SLU_vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica

Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	31.42	7
			2	15.71	63

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 49 0 kN
 M_{xEd} -39 0 kNm
 M_{yEd} 0 0

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C30/37
 ϵ_{su} 67 % ϵ_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 %
 E_s 200000 N/mm² f_{cd} 17 %
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 % $\sigma_{c,adm}$ 11.5
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² T_{co} 0.6933

M_{xRd} -742.7 kN m
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 %
 ϵ_s 23.55 %
 d 63 cm
 x 8.151 x/d 0.1294

Calcola MRd Dominio M-N

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

N° rett. 100

Col. modello

Figura 10-39: Verifica muro andatore alto verticale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 39 < 742 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

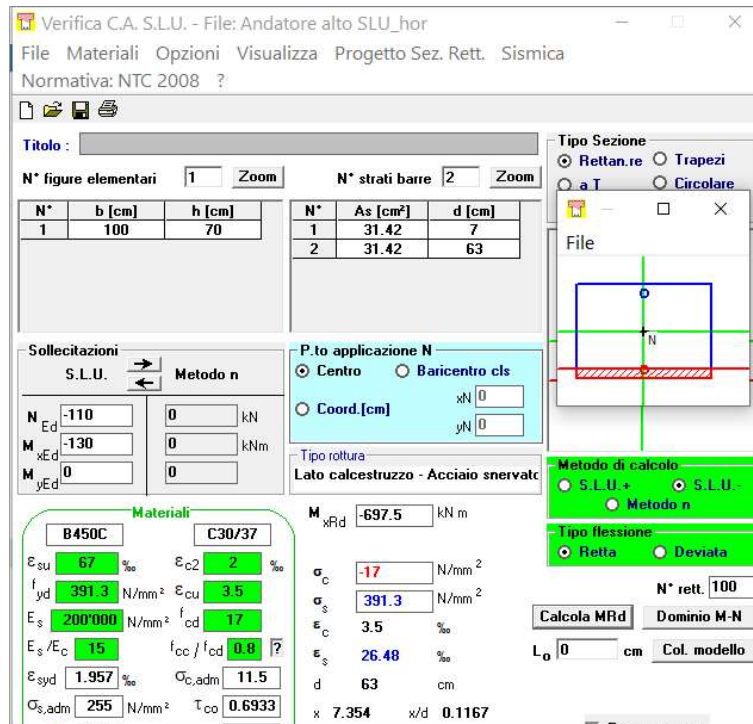


Figura 10-40: Verifica muro andatore alto orizzontale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 130 < 697 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

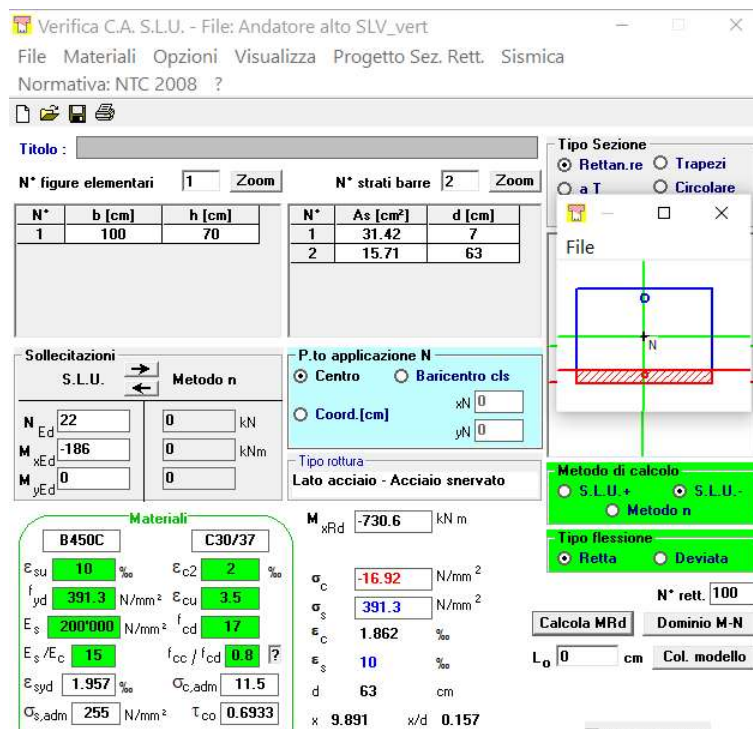


Figura 10-41: Verifica muro andatore alto verticale SLV

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 186 < 730 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Andatore alto SLV_hor

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

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	31.42	7
			2	31.42	63

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} -84 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

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

Materiali: B450C C30/37

E _{su} 10 ‰	ε _{c2} 2 ‰
f _{yd} 391.3 N/mm²	ε _{cu} 3.5 ‰
E _s 200'000 N/mm²	f _{cd} 17
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8
E _{syd} 1.957 ‰	σ _{c,adm} 11.5
σ _{s,adm} 255 N/mm²	T _{co} 0.6933

M_{xRd} -723.3 kNm

σ_c -16.67 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 1.722 ‰
 ε_s 10 ‰
 d 63 cm
 x 9.253 x/d 0.1469

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Figura 10-42: Verifica muro andatore alto orizzontale SLV

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 84 < 723 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Con riferimento alle azioni taglianti la resistenza della sezione è determinata secondo le indicazioni delle NTC di cui ai precedenti paragrafi.

La verifica è svolta determinando il taglio resistente della sezione con armature a taglio (spilli).

La verifica è svolta con riferimento alla combinazione SLU che risulta essere la più gravosa.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV03 - Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	65

SEZIONE					
b_w	=	100	cm		
h	=	70	cm		
c	=	5	cm		
d	=	$h-c$	=	65	cm
MATERIALI					
f_{ywd}	=	391.30	MPa		
R_{ck}	=	40.00	MPa		
γ_c	=	1.5			
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	33.20	MPa
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	18.81	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
\varnothing_{st}	=	12			
braccia	=	6.25			
\varnothing_{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	100	cm		
(A_{sw} / s)	=	7.069	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
Armatura trasversale		$\cot(\theta) = 2.50$		$(\theta) = 21.80$	
$V_{Rd} = 404.55$ (KN)		$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$			

Figura 10-43: Resistenza a taglio sezione con spilli

Nella sezione di base il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente $V_{Rd} \rightarrow 220 < 404 \text{ kN} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

10.2.4.10 Verifiche SLE

Risultano i seguenti valori di sollecitazioni in combinazione rara

Muro andatore parte bassa:

SLE,rara: $N = -36 \text{ kN/m}$; $F_x = 79 \text{ kN/m}$; $M_{xx} = 93 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 28 \text{ kNm}$;

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

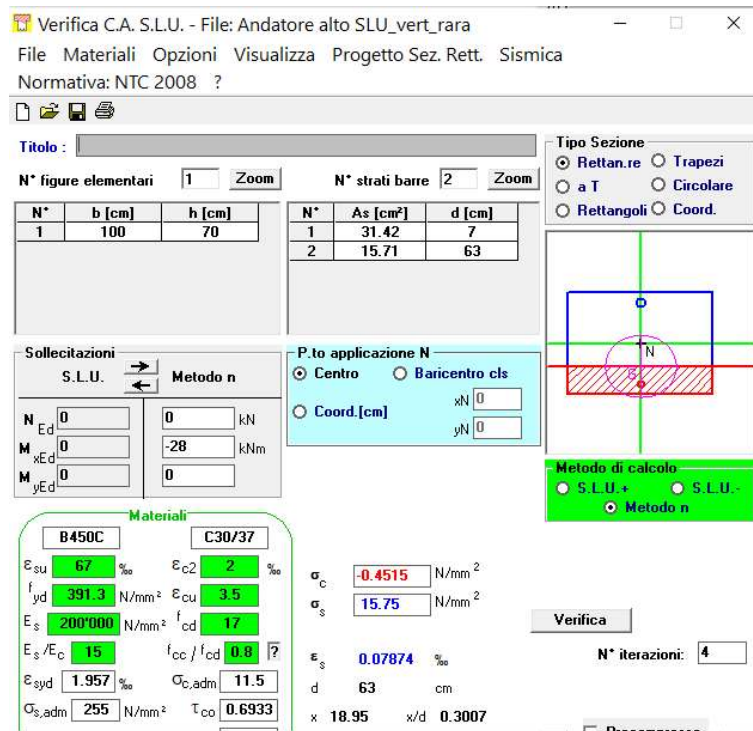


Figura 10-44: Verifica tensionale combinazione rara dir verticale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -0.45 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 15.75 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

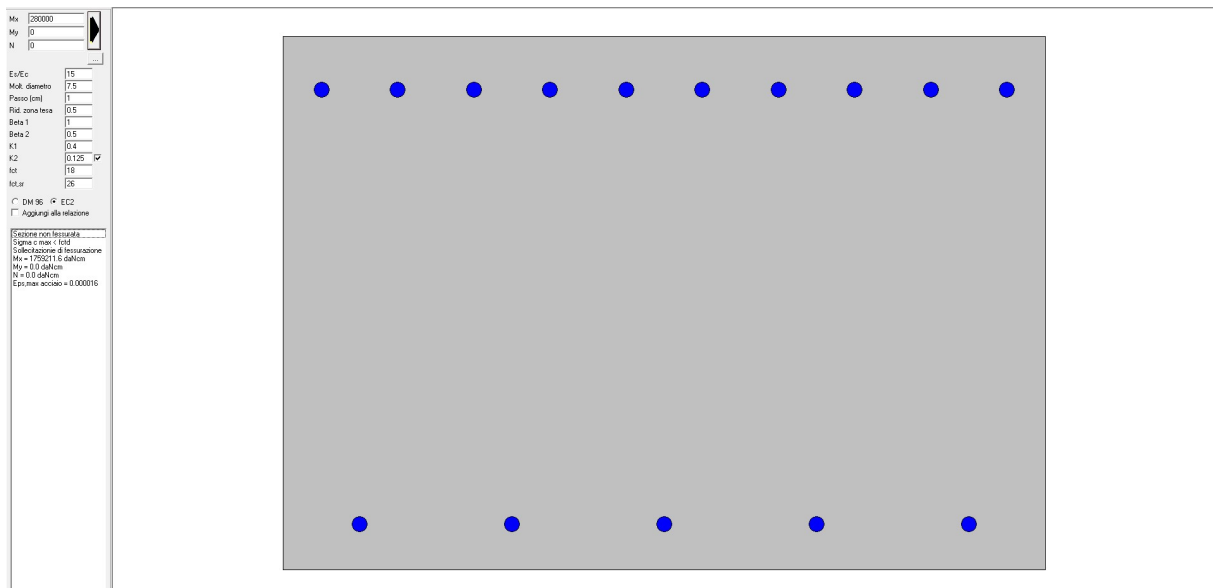


Figura 10-45: Verifica a fessurazione dir verticale

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

La sezione risulta non fessurata.

Con riferimento alle azioni nel piano orizzontale si ottiene:

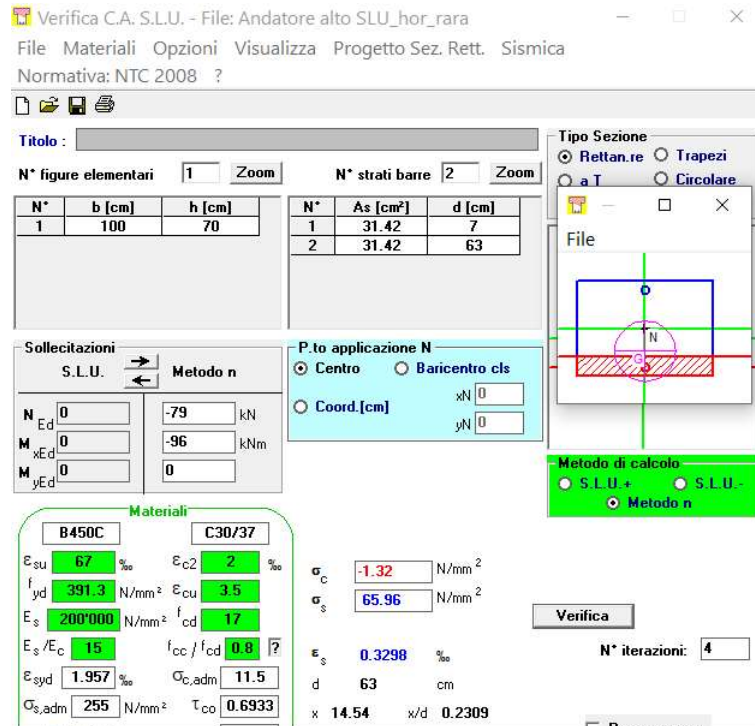


Figura 10-46: Verifica tensionale combinazione rara dir orizzontale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -1.32 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 65.96 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

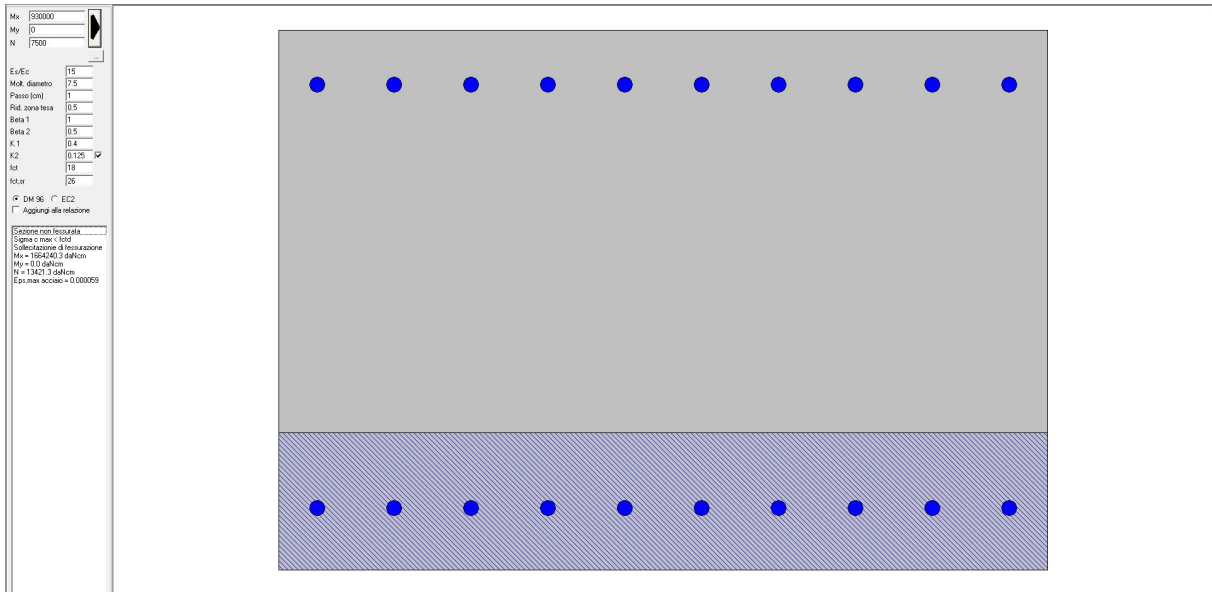


Figura 10-47: Verifica a fessurazione dir orizzontale

La sezione non è fessurata.

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

10.2.5 Platea di fondazione

10.2.5.9 Verifiche SLU/SLV

La platea di fondazione è dimensionata sulla base delle sollecitazioni dell'analisi strutturale derivante dalla risoluzione del modello globale della struttura.

Le verifiche sono state condotte per le combinazioni di carico più gravose.

Platea fondazione (Mxx momento in direzione longitudinale)

ENV SLU: $M_{xx,max}=1022\text{kNm/m}$, $M_{xx,min}=-356\text{kNm/m}$; $M_{yy,max}=388\text{kNm/m}$, $M_{yy,min}=605\text{kNm/m}$, $V_{max}=522\text{kN/m}$

ENV SLV: $M_{xx,max}=1533\text{kNm/m}$, $M_{xx,min}=-749\text{kNm/m}$; $M_{yy,max}=736\text{kNm/m}$, $M_{yy,min}=932\text{kNm/m}$, $V_{max}=962\text{kN/m}$

Dati sezione di verifica e quantitativi di armatura:

B = 100cm

H= 200cm

Armatura longitudinale superiore: $\phi 26/10\text{cm}$

Armatura longitudinale inferiore: $\phi 26/10\text{cm}$

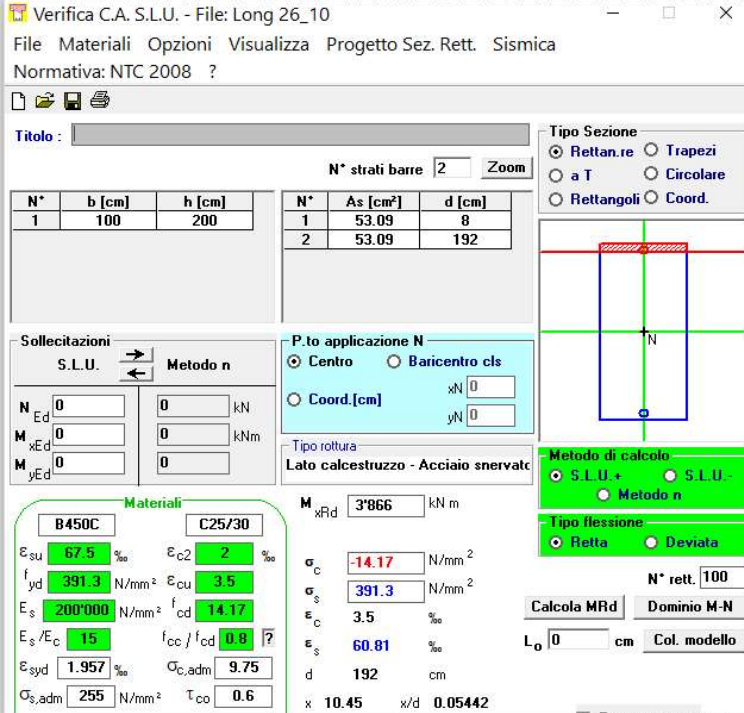
Spilli: $\phi 16/40 \times 40\text{cm}$

Armatura trasversale superiore: $\phi 26/20\text{cm}$ (prevedere infittimento di ulteriori $\phi 26/20\text{cm}$ palo – palo trasversale)

Armatura trasversale inferiore: $\phi 26/20\text{cm}$

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con l'ausilio del software VcaSLU.

In direzione longitudinale:



The screenshot shows the VcaSLU software interface for a longitudinal plate verification. The window title is "Verifica C.A. S.L.U. - File: Long 26_10". The interface includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto, Sez., Rett., Sismica) and a toolbar. The main area is divided into several sections:

- Titolo:** A text field for the title.
- N° strati barre:** A dropdown menu set to "2".
- Tables:** Two tables showing bar properties:

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	53.09	8
			2	53.09	192
- Sollecitazioni:** Input fields for S.L.U. (N, M, xEd, yEd) and Metodo n.
- P.to applicazione N:** Radio buttons for "Centro" (selected) and "Baricentro cls".
- Tipo rottura:** "Lato calcestruzzo - Acciaio snervato".
- Materiali:** Two material models are defined: B450C and C25/30. Properties like E_{su} , f_{yd} , E_s , E_s/E_c , E_{syd} , $\sigma_{s,adm}$, E_{c2} , E_{cu} , f_{cd} , f_{cc}/f_{cd} , $\sigma_{c,adm}$, τ_{co} are shown.
- Calculated values:** $M_{xRd} = 3966$ kN m, $\sigma_c = -14.17$ N/mm², $\sigma_s = 391.3$ N/mm², $\epsilon_s = 60.81$ ‰, $d = 192$ cm, $x = 10.45$, $x/d = 0.05442$.
- Metodo di calcolo:** Radio buttons for "S.L.U.+" (selected) and "S.L.U.-".
- Tipo flessione:** Radio buttons for "Retta" (selected) and "Devata".
- Buttons:** "Calcola MRd", "Dominio M-N", "N° rett. 100", "L0 0 cm", "Col. modello".
- Diagram:** A cross-section diagram on the right showing a rectangular section with a vertical axis N and a horizontal axis x.

Figura 10-48: Verifica platea direzione longitudinale

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

Con riferimento al momento flettente positivo agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 1533 < 3866 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Con riferimento al momento flettente negativo agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 749 < 3866 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

In direzione trasversale:

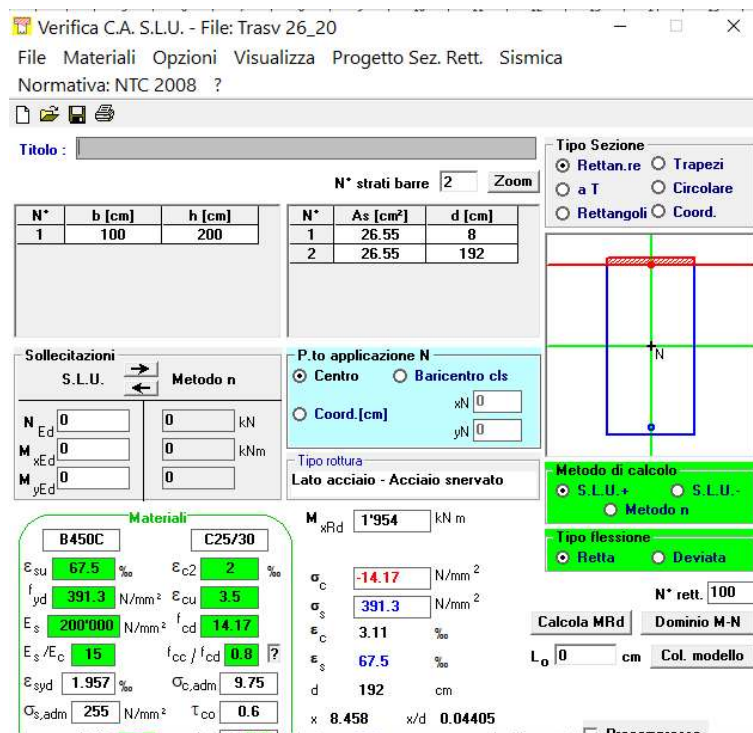


Figura 10-49: Verifica platea direzione trasversale

Con riferimento al momento flettente positivo agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 736 < 1954 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Con riferimento al momento flettente negativo agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 932 < 1954 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Con riferimento alle azioni taglianti la resistenza della sezione è determinata secondo le indicazioni delle NTC di cui ai precedenti paragrafi.

La verifica è svolta determinando il taglio resistente della sezione con armature a taglio (spilli).

La verifica è svolta con riferimento alla combinazione SLV che risulta essere la più gravosa.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	71

SEZIONE					
b _w	=	100	cm		
h	=	200	cm		
c	=	5	cm		
d	=	h-c	=	195	cm
MATERIALI					
f _{ywd}	=	391.30	MPa		
R _{ck}	=	30.00	MPa		
γ _c	=	1.5			
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	24.90	MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	=	14.11	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
ø _{st}	=	16			
braccia	=	6.25			
ø _{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	100	cm		
(A _{sw} / s)	=	12.566	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
Armatura trasversale		cot(θ) = 2.50		(θ) = 21.80	
V_{Rd} = 2157.58 (KN)		min(V_{Rsd}, V_{Rcd})			

Figura 10-50: Resistenza a taglio sezione con spilli

Nella sezione di base Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente V_{Rd} → 962 < 2157 kN → Verifica soddisfatta.

10.2.5.10 Verifiche SLE

Risultano i seguenti valori di sollecitazioni in combinazione rara

Muro andatore parte bassa:

$$SLE, \text{rara: } M_{xx, \max} = 730 \text{ kNm/m, } M_{xx, \min} = -254 \text{ kNm/m; } M_{yy, \max} = 277 \text{ kNm/m, } M_{yy, \min} = -432 \text{ kNm/m}$$

In direzione longitudinale:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04		PROGR 001

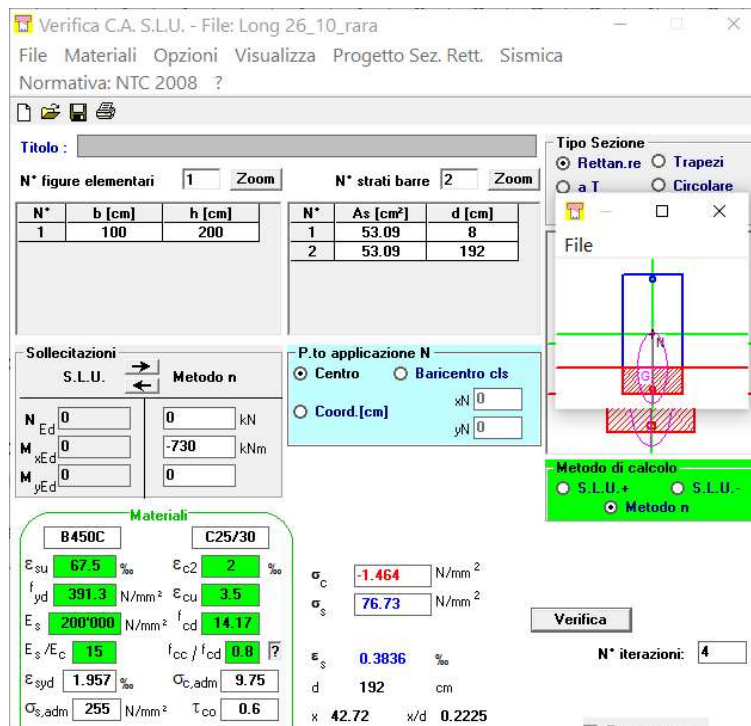


Figura 10-51: Verifica tensionale combinazione rara dir longitudinale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -1.46 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 76.73 \text{ MPa}$$

I valori di tenzone di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

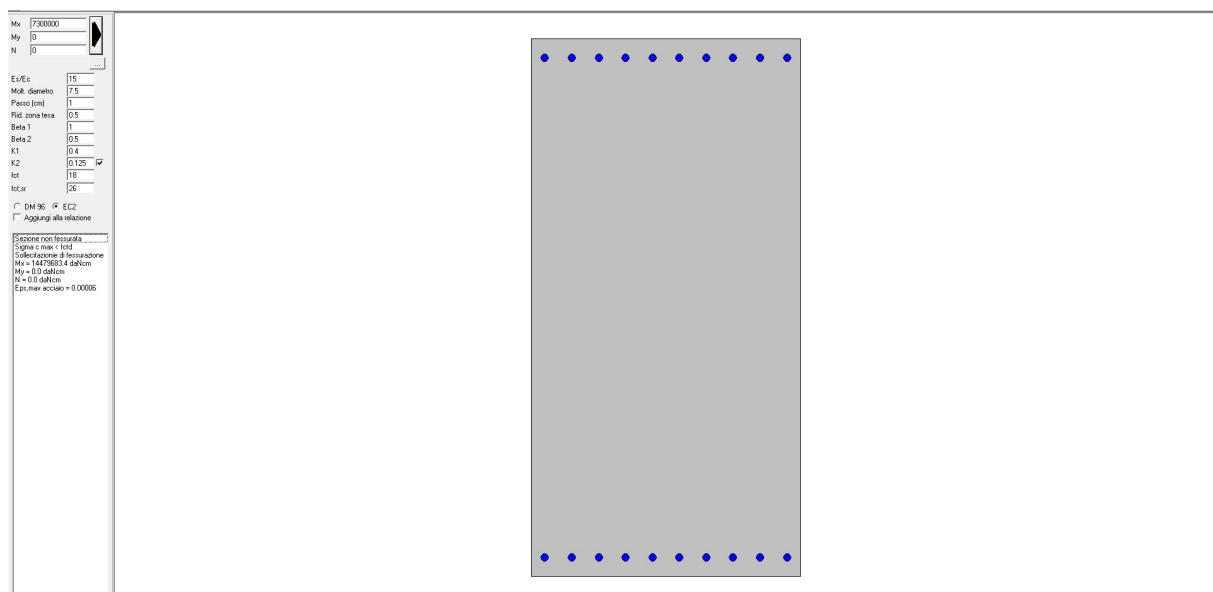


Figura 10-52: Verifica a fessurazione dir longitudinale

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

La sezione risulta non fessurata.

In Direzione trasversale:

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trasv 26_20_rara

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

TITOLO :

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	26.55	8
			2	26.55	192

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{Ed} 0 -432 kNm
M_{yEd} 0 0

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

Materiali
B450C C25/30
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17
ε_s/ε_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6

σ_c -1.228 N/mm²
σ_s 89.63 N/mm²
ε_s 0.4481 ‰
d 192 cm
x 32.73 x/d 0.1705

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

Verifica N° iterazioni: 5

Figura 10-53: Verifica tensionale combinazione rara dir trasversale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -1.23 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 89.63 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

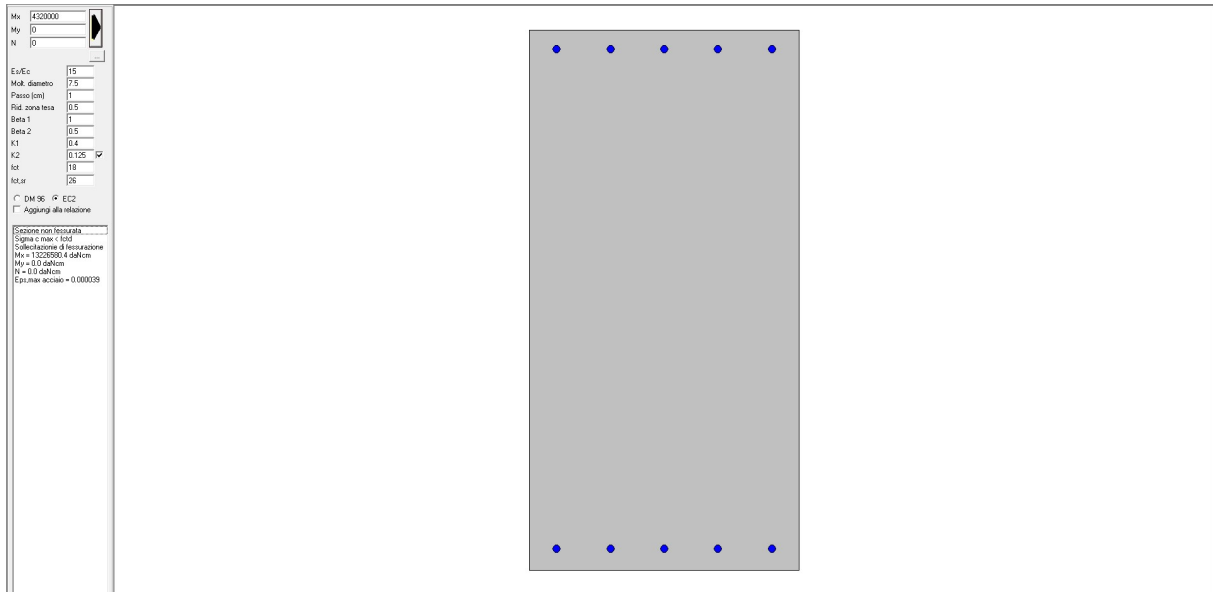


Figura 10-54: Verifica a fessurazione dir trasversale

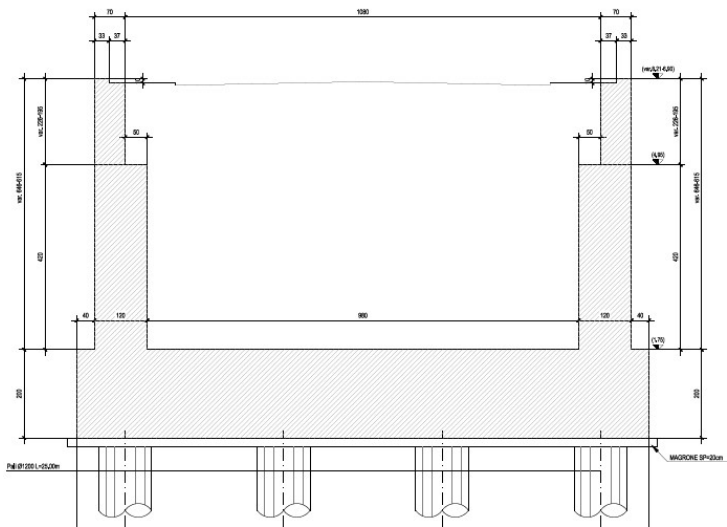
La sezione risulta non fessurata.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

11. ANALISI STRUTTURALE SPALLA B

Nel presente capitolo si riportano i risultati di calcolo della spalla B.

SEZIONE B-B - Scala 1:50



SEZIONE C-C - Scala 1:50

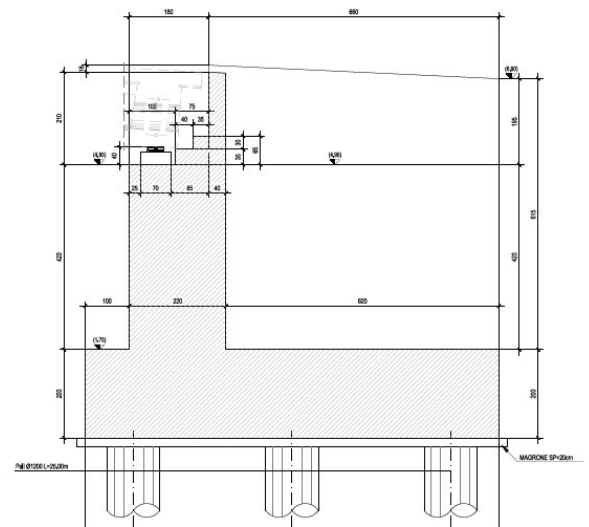


Figura 11-1: Sezioni Spalla B.

11.1 ANALISI GLOBALE DELLA SPALLA

Le spalle sono incluse nel modello globale del viadotto.

Il calcolo delle massime sollecitazioni sui pali di fondazione della spalla è stato condotto considerando le azioni relative alle spinte del terreno agenti, ai pesi propri, ai carichi permanenti, ai carichi accidentali, alle azioni sismiche e ai carichi trasmessi dall'impalcato al baricentro della platea di fondazione.

Si riportano di seguito estratti del modello di calcolo relativi a configurazioni deformate e contour delle sollecitazioni agenti

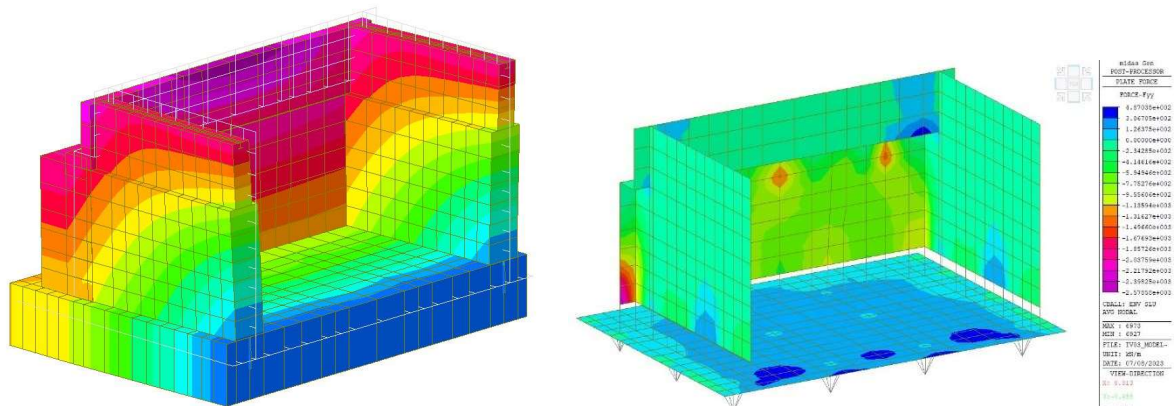


Figura 11-2: Spalla B deformata G1 e involucro SLU N

IV03 - Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	76

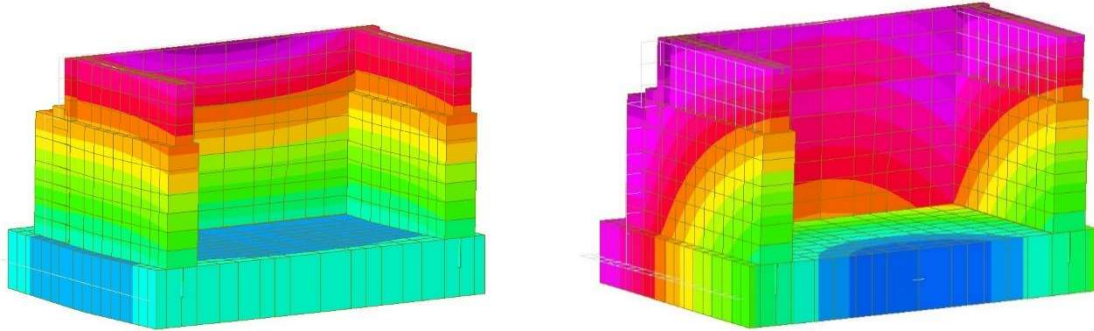


Figura 11-3: Spalla B deformata SLV,x e SLV,y

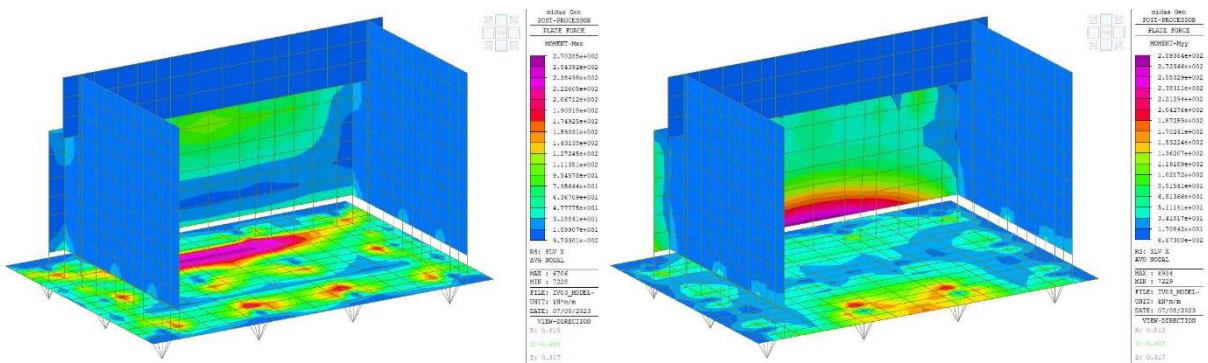


Figura 11-4: Spalla B SLVx Mxx (long) e Myy (trasv)

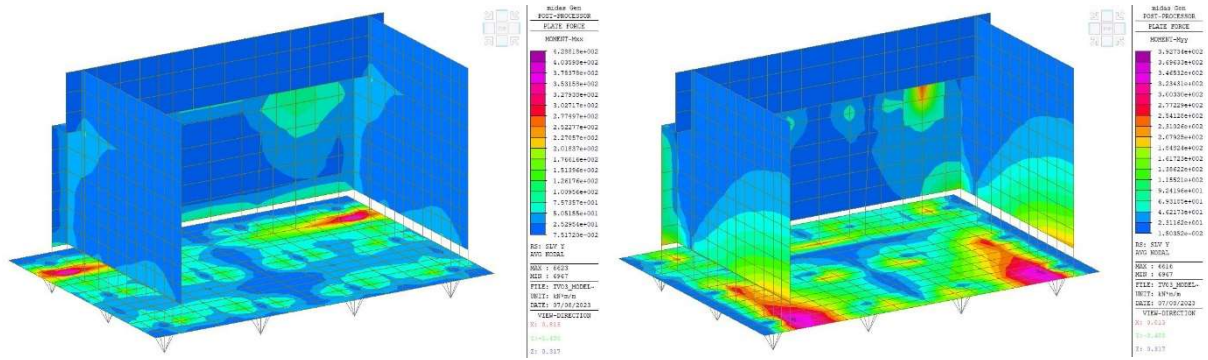


Figura 11-5: Spalla B SLVy Mxx (long) e Myy (trasv)

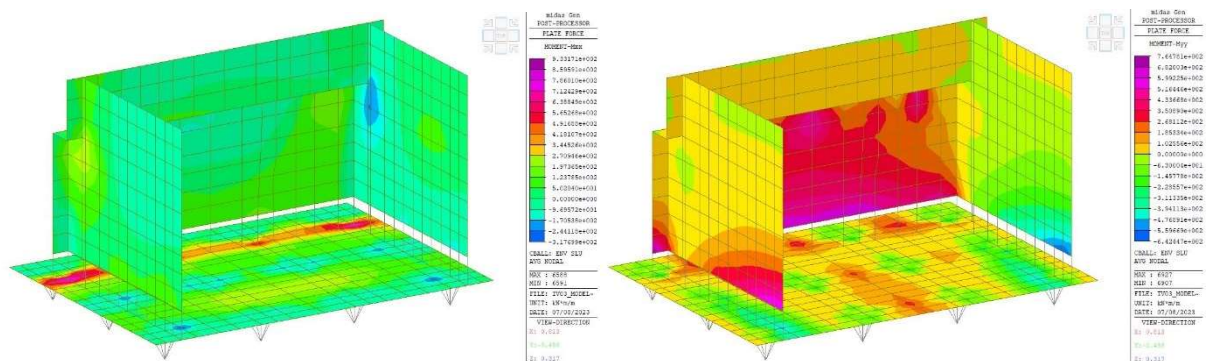


Figura 11-6: Spalla B involucro SLU Mxx (long) e Myy (trasv)

IV03 - Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	77

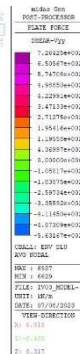
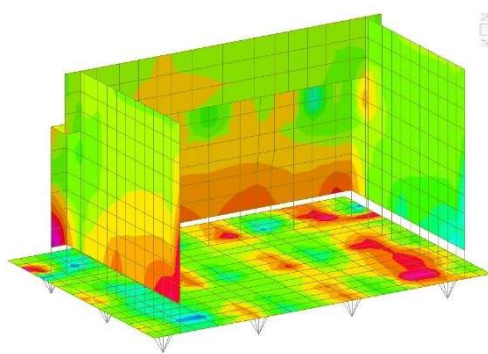
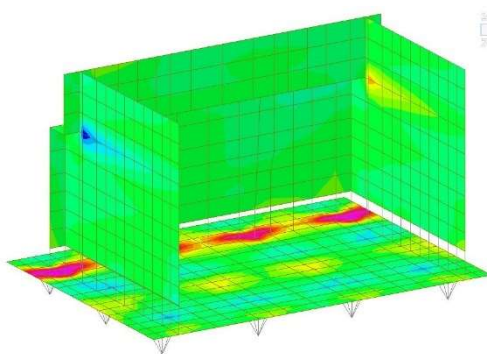


Figura 11-7: Spalla B involucro SLU Vxx e Vyy

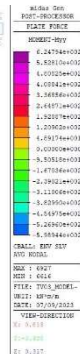
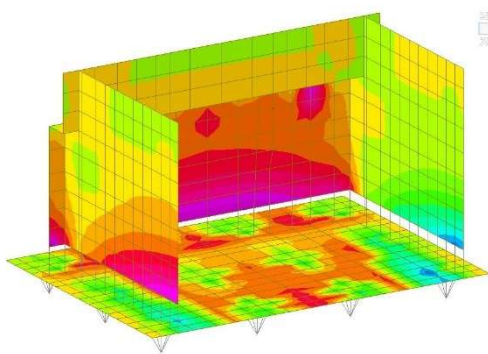
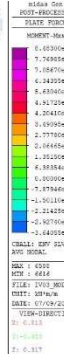
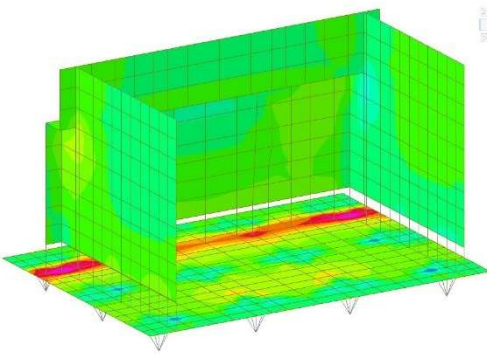


Figura 11-8: Spalla B involucro SLV Mxx (long) e Myy (trasv)

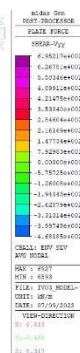
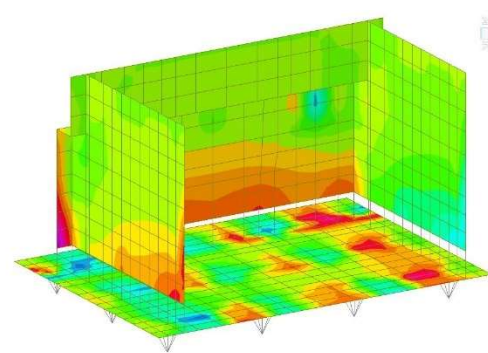
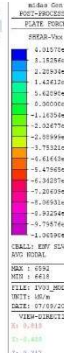
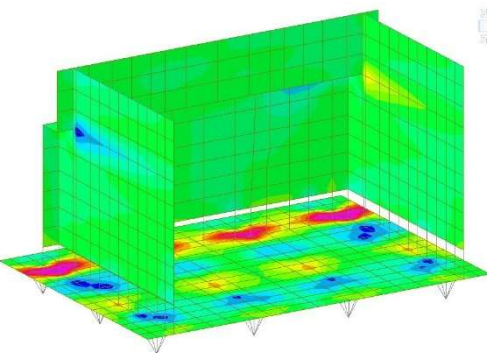


Figura 11-9: Spalla B involucro SLV Vxx e Vyy

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	78

11.2 VERIFICHE STRUTTURALI DELLA SPALLA

Le verifiche strutturali sono eseguite con riferimento alle azioni normali (sforzo normale N e momento flettente M) e alle azioni taglianti della combinazione di calcolo più gravosa ricavata dalle analisi condotte sulla spalla.

Gli elementi strutturali dimensionati costituenti la spalla sono:

- muro frontale;
- paraghiaia;
- muro di risvolto;
- platea di fondazione.

Le verifiche strutturali sono state condotte facendo riferimento ad un modello 3D delle spalle incluse nel modello globale del viadotto.

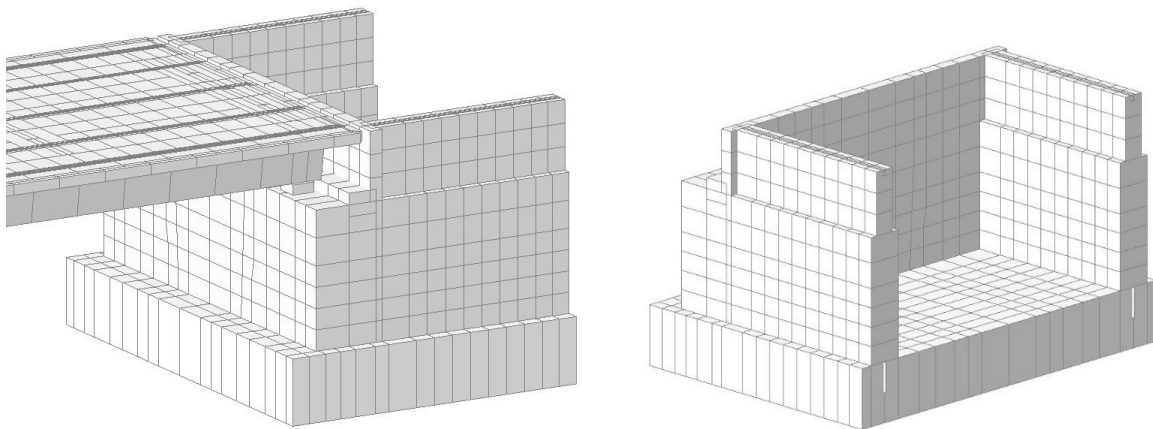


Figura 11-10: Estratto spalla B modello globale

11.2.1 Muro frontale

11.2.1.9 Verifiche SLU/SLV

Il muro frontale viene calcolato per unità di lunghezza, considerando agenti i pesi propri, il sovraccarico stradale a monte della parete, la spinta del terreno, le spinte sismiche, le forze di inerzia e le azioni trasmesse dall'impalato ad intradosso travi.

Le verifiche sono state condotte per le combinazioni di carico più gravose.

Muro frontale:

ENV SLU: $N = -1010 \text{ kN/m}$; $F_x = 0$; $M_{xx} = 190 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 624 \text{ kNm}$; $V_{\max} = 461 \text{ kN/m}$

ENV SLV: $N = -678 \text{ kN/m}$; $F_x = 0$; $M_{xx} = \pm 160 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 562 \text{ kNm/m}$ (tende le armature verticali interne); $V_{\max} = 371 \text{ kN/m}$ (base muro)

Dati sezione di verifica e quantitativi di armatura:

B = 100cm

H = 220cm

Armatura verticale paramento interno (teso): $\phi 26/10 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento esterno: $\phi 26/20 \text{ cm}$

Spilli: $\phi 16/40 \times 40 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento interno: $\phi 20/10 \text{ cm}$

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

Armatura orizzontale paramento esterno: $\phi 20/10\text{cm}$

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con l'ausilio del software VcaSLU.

Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Muro frontale SLU_vert

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

TITOLO : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	220	1	53.09	8
			2	26.55	213

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 1010 0 kN
M_{Ed} -624 0 kNm
M_{yEd} 0 0

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C30/37
ε_{su} 67 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

M_{xRd} -5'313 kN m
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 45.56 ‰
d 212 cm
x 15.13 x/d 0.07135

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello

Figura 11-11: Verifica muro frontale verticale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 624 < 5313 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Muro frontale SLU_HOR

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	220	1	31.42	8
			2	31.42	213

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{Ed} -190 kNm
 M_{yEd} 0

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

Tipo rottura Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{Rd} -2559 kNm

Materiali B450C C30/37

ε_{su} 67 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 2.626 ‰
 ε_s 67 ‰
 d 212 cm
 x 7.997 x/d 0.03772

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Figura 11-12: Verifica muro frontale orizzontale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 190 < 2559 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Muro frontale SLV_vert

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	220	1	53.09	8
			2	26.55	213

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 678 kN
 M_{Ed} -562 kNm
 M_{yEd} 0

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

Tipo rottura Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{Rd} -4912 kNm

Materiali B450C C30/37

ε_{su} 10 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

σ_c -15.19 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 1.348 ‰
 ε_s 10 ‰
 d 212 cm
 x 25.18 x/d 0.1188

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Figura 11-13: Verifica muro frontale verticale SLV

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 678 < 4912 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Muro frontale SLV_hor

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica

Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	220	1	31.42	8
			2	31.42	213

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -160 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali
B450C C30/37
E_{su} 10 ‰ E_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5 ‰
E_s 200000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
E_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

M_{xRd} -2534 kNm
σ_c -10.97 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 0.8093 ‰
ε_s 10 ‰
d 212 cm
x 15.87 x/d 0.07487

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello

Figura 11-14: Verifica muro frontale orizzontale SLV

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 160 < 2534 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Con riferimento alle azioni taglianti la resistenza della sezione è determinata secondo le indicazioni delle NTC di cui ai precedenti paragrafi.

Per i primi 2 metri di altezza si considerano presenti ai fini delle verifiche a taglio armature in spilli di cui sopra, mentre per il rimanente sviluppo dell'elemento si fa riferimento alla presenza delle sole armature longitudinali tese.

La verifica è svolta con riferimento alla combinazione SLU che risulta essere la più gravosa.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV03 - Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	82

SEZIONE					
b_w	=	100	cm		
h	=	220	cm		
c	=	5	cm		
d	=	$h-c$	=	215	cm
MATERIALI					
f_{ywd}	=	391.30	MPa		
R_{ck}	=	40.00	MPa		
γ_c	=	1.5			
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	33.20	MPa
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	18.81	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
\varnothing_{st}	=	16			
braccia	=	6.25			
\varnothing_{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	100	cm		
(A_{sw} / s)	=	12.566	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
Armatura trasversale		$\cot(\theta) = 2.50$		$(\theta) = 21.80$	
$V_{Rd} = 2378.88 (KN)$		$\min(V_{Rsd}, VR_{cd})$			

Figura 11-15: Resistenza a taglio sezione con spilli

Nella sezione di base Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente $V_{Rd} \rightarrow 461 < 2378 \text{ kN} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

SEZIONE					
b _w	=	100	cm		
h	=	220	cm		
c	=	5	cm		
d	=	h-c	=	215	cm
MATERIALI					
f _{ywd}	=	391.30	MPa		
R _{ck}	=	40.00	MPa		
γ _c	=	1.5			
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	33.20	MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	=	18.81	MPa
ARMATURE LONGITUDINALI					
∅	=	26			
Numero	=	10			
A _{sl}	=	53.09	cm ²		
TAGLIO AGENTE					
V _{Ed}	=	0	(KN)		
SFORZO NORMALE					
N _{Ed}	=	650	(KN)		
ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO					
k	=	1.30		$1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	
v _{min}	=	0.301		$0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	
ρ _l	=	0.0025			
σ _{cp}	=	0.3	(Mpa)		
V _{Rd}	=	774.19	(KN)	>= OK	741.7 (KN)
V _{Rd}	=	774.19	(KN)		
α _c	=	1.02			
				Ned/Ac=	0.2955 (Mpa)

Figura 11-16: Resistenza a taglio sezione senza armature a taglio

Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente V_{Rd} → 461 < 790 kN → Verifica soddisfatta.

11.2.1.10 Verifiche SLE

Risultano i seguenti valori di sollecitazioni in combinazione rara

Muro frontale:

SLE,rara: N=-721kN/m; F_x= 0; M_{xx}=136kNm/m; M_{yy}=446kNm;

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

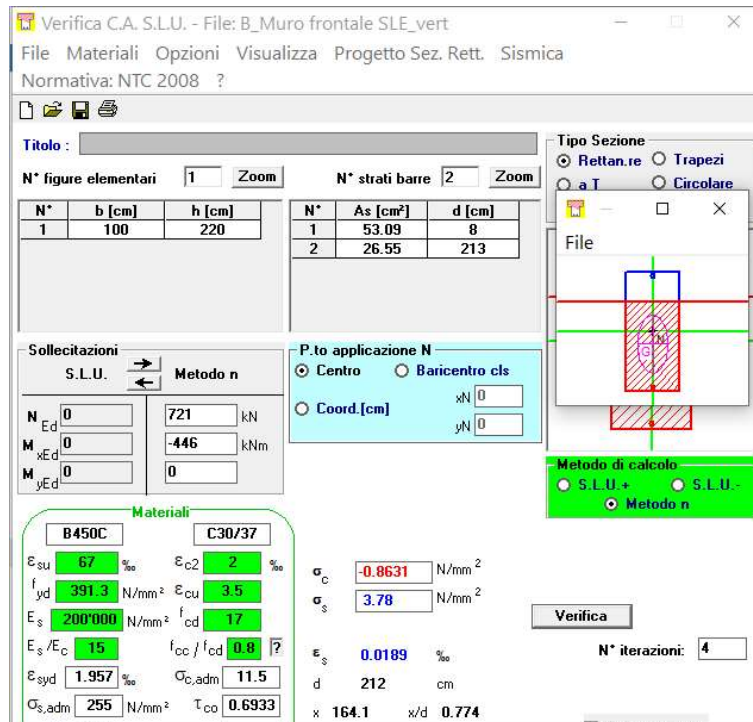


Figura 11-17: Verifica tensionale combinazione rara dir verticale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -0.86 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 3.78 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, molto modesti sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi. Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

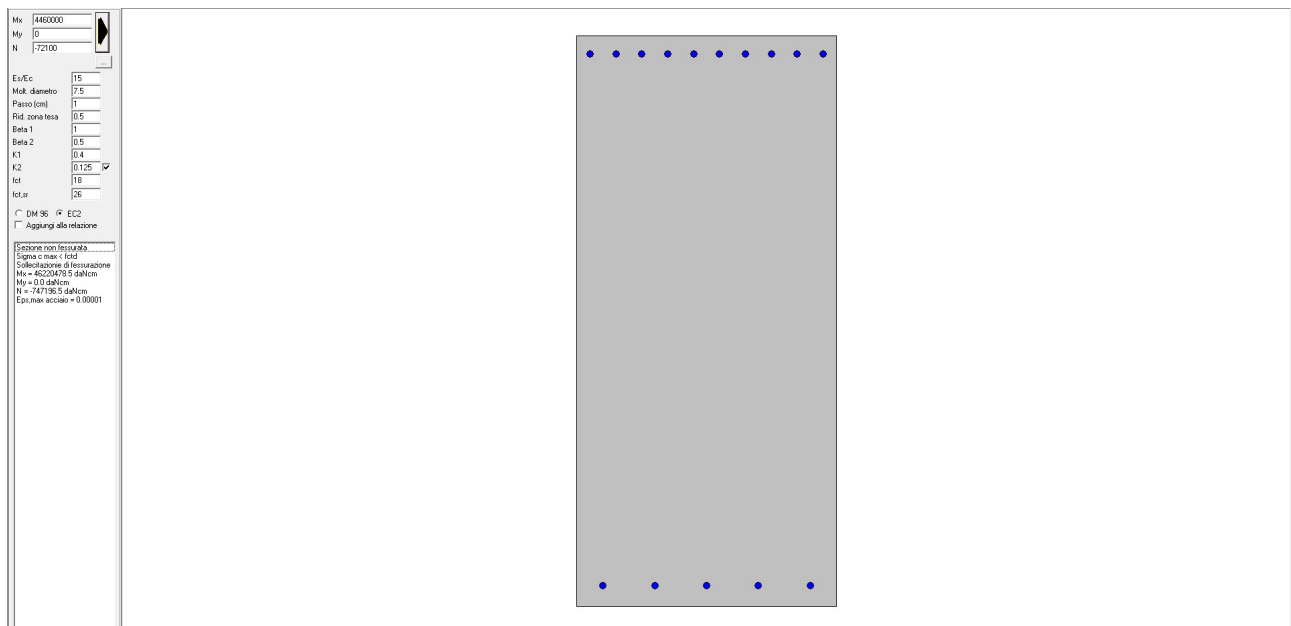


Figura 11-18: Verifica a fessurazione dir verticale

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

La sezione risulta non fessurata.

Con riferimento alle azioni nel piano orizzontale si ottiene:

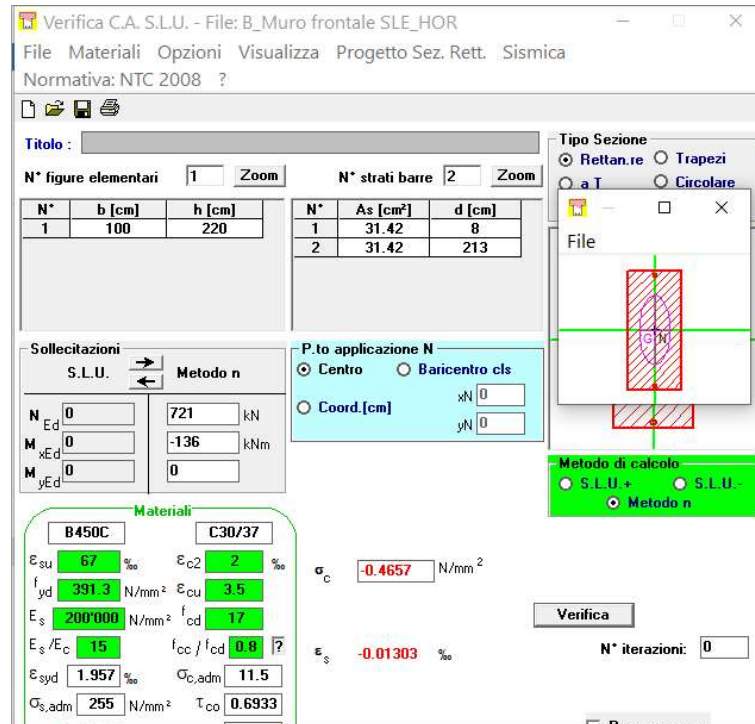


Figura 11-19: Verifica tensionale combinazione rara dir orizzontale

La sezione è interamente compressa. Si omette la verifica a fessurazione.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	86

11.2.2 Paragliaia

11.2.2.9 Verifiche SLU/SLV

Il paragliaia viene calcolato per unità di lunghezza, considerando agenti i pesi propri, il sovraccarico stradale a monte della parete, la spinta del terreno, le spinte sismiche, le forze di inerzia e le azioni trasmesse dall'impalato ad intradosso travi.

Le verifiche sono state condotte per le combinazioni di carico più gravose.

Paragliaia:

ENV SLU: $N = -200 \text{ kN/m}$; $F_x = 0$; $M_{xx} = 82 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 74 \text{ kNm/m}$; $V_{\max} = 151 \text{ kN/m}$

ENV SLV: $N = -21 \text{ kN/m}$; $M_{xx} = +/- 46 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 22 \text{ kNm/m}$ (tende le armature verticali interne); $V_{\max} = 75 \text{ kN/m}$

Dati sezione di verifica e quantitativi di armatura:

$B = 100 \text{ cm}$

$H = 40 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento interno (teso): $\phi 16/10 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento esterno: $\phi 16/20 \text{ cm}$

Spilli: $\phi 8/40 \times 40 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento interno: $\phi 16/20 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento esterno: $\phi 16/10 \text{ cm}$

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con l'ausilio del software VcaSLU.

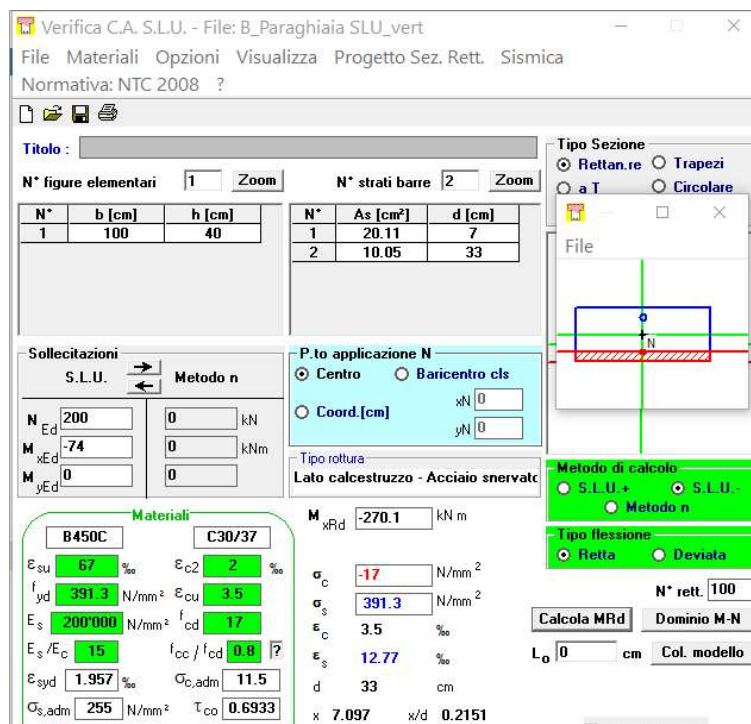


Figura 11-20: Verifica paragliaia verticale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 74 < 270 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Paraghaia SLU_hor

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	20.11	7
			2	11.31	33

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} -82 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} -242.6 kNm

Materiali B450C C30/37

ϵ_{su} 67 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 14.76 ‰
 d 33 cm
 x 6.326 x/d 0.1917

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Figura 11-21: Verifica paraghaia orizzontale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 82 < 242 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Paraghaia SLV_vert

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	20.11	7
			2	10.05	33

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 22 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{xRd} -240.9 kNm

Materiali B450C C30/37

ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 2.489 ‰
 ϵ_s 10 ‰
 d 33 cm
 x 6.577 x/d 0.1993

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Figura 11-22: Verifica paraghaia verticale SLV

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 22 < 240 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

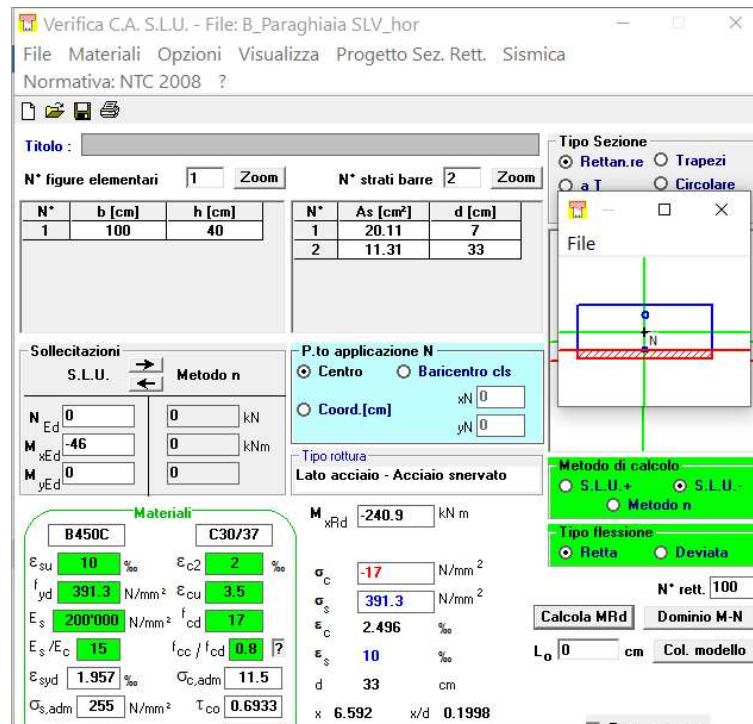


Figura 11-23: Verifica paraghiaia orizzontale SLV

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 46 < 240 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Con riferimento alle azioni taglianti la resistenza della sezione è determinata secondo le indicazioni delle NTC di cui ai precedenti paragrafi. La verifica è svolta determinando separatamente il taglio resistente della sezione con e senza armature a taglio (spilli).

La verifica è svolta con riferimento alla combinazione SLU che risulta essere la più gravosa.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

SEZIONE					
b_w	=	100	cm		
h	=	40	cm		
c	=	5	cm		
d	=	$h-c$	=	35	cm
MATERIALI					
f_{ywd}	=	391.30	MPa		
R_{ck}	=	40.00	MPa		
γ_c	=	1.5			
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	33.20	MPa
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	18.81	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
\varnothing_{st}	=	12			
braccia	=	6.25			
\varnothing_{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	100	cm		
(A_{sw} / s)	=	7.069	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
Armatura trasversale		$\cot(\theta) = 2.50$		$(\theta) = 21.80$	
$V_{Rd} = 217.83 (KN)$		$\min(V_{Rsd}, VR_{cd})$			

Figura 11-24: Resistenza a taglio sezione con spilli

Nella sezione di base Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente $V_{Rd} \rightarrow 151 < 217 \text{ kN} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	90

SEZIONE					
b_w	=	100	cm		
h	=	40	cm		
c	=	5	cm		
d	=	$h-c$	=	35	cm
MATERIALI					
f_{ywd}	=	391.30	MPa		
R_{ck}	=	40.00	MPa		
γ_c	=	1.5			
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	33.20	MPa
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	18.81	MPa
ARMATURE LONGITUDINALI					
\varnothing	=	16			
Numero	=	10			
A_{sl}	=	20.11	cm ²		
TAGLIO AGENTE					
V_{Ed}	=	0	(KN)		
SFORZO NORMALE					
N_{Ed}	=	0	(KN)		
ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO					
k	=	1.76	$1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		
v_{min}	=	0.469	$0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		
ρ_l	=	0.0057			
σ_{cp}	=	0.0	(Mpa)		
V_{Rd}	=	197.04	(KN)	>= OK	164.2 (KN)
V_{Rd}	=	197.04	(KN)		
α_c	=	1.00		$N_{ed}/A_{c=}$	0.0000 (Mpa)

Figura 11-25: Resistenza a taglio sezione senza armature a taglio

Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente $V_{Rd} \rightarrow 151 < 197 \text{ kN} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

11.2.2.10 Verifiche SLE

Risultano i seguenti valori di sollecitazioni in combinazione rara

Muro frontale:

SLE,rara: $N=-143\text{kN/m}$; $F_x=0$; $M_{xx}=59\text{kNm/m}$; $M_{yy}=55\text{kNm}$;

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

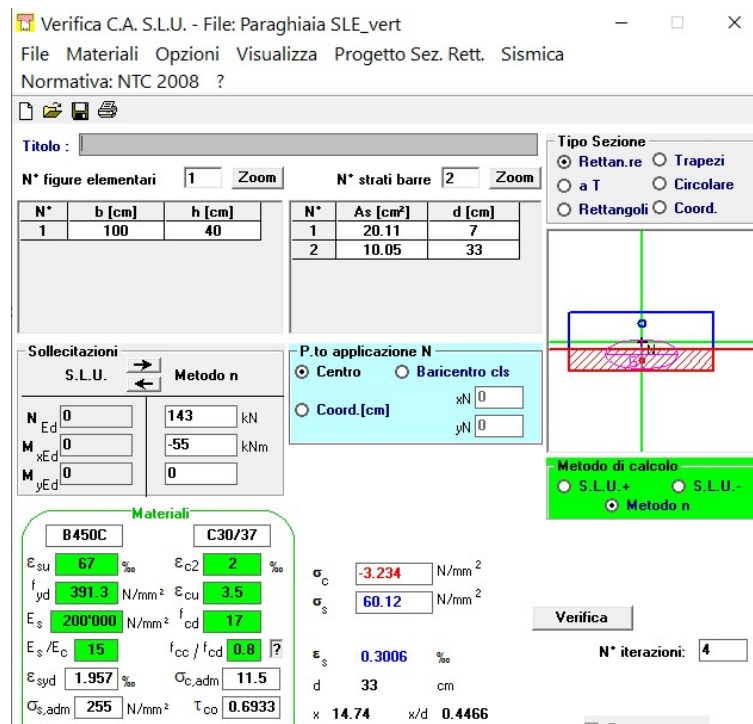


Figura 11-26: Verifica tensionale combinazione rara dir verticale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -3.23 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 60.12 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

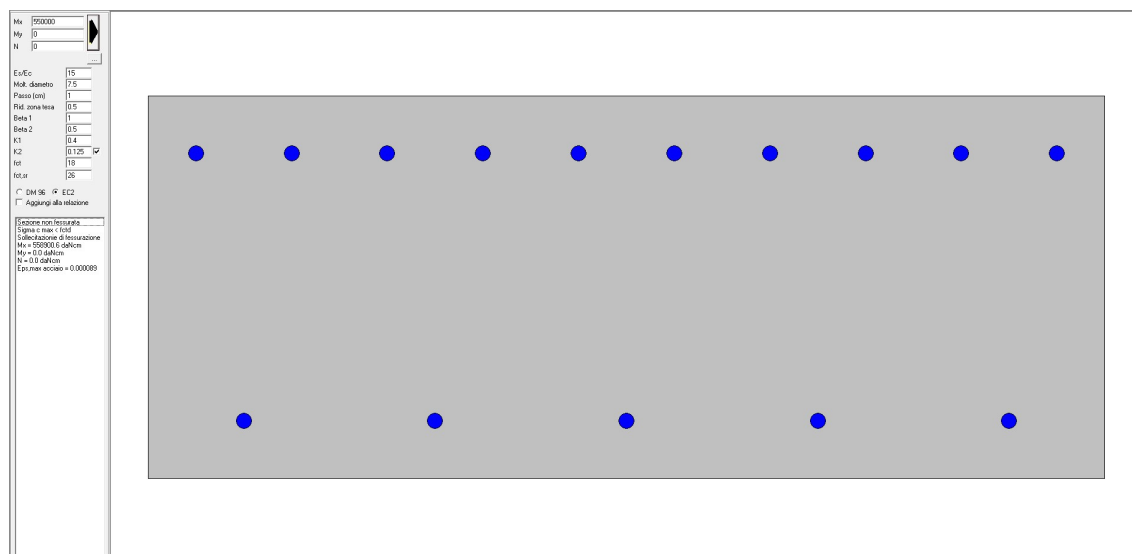


Figura 11-27: Verifica a fessurazione dir verticale

La sezione risulta non fessurata.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSULENTI & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

Con riferimento alle azioni nel piano orizzontale si ottiene:

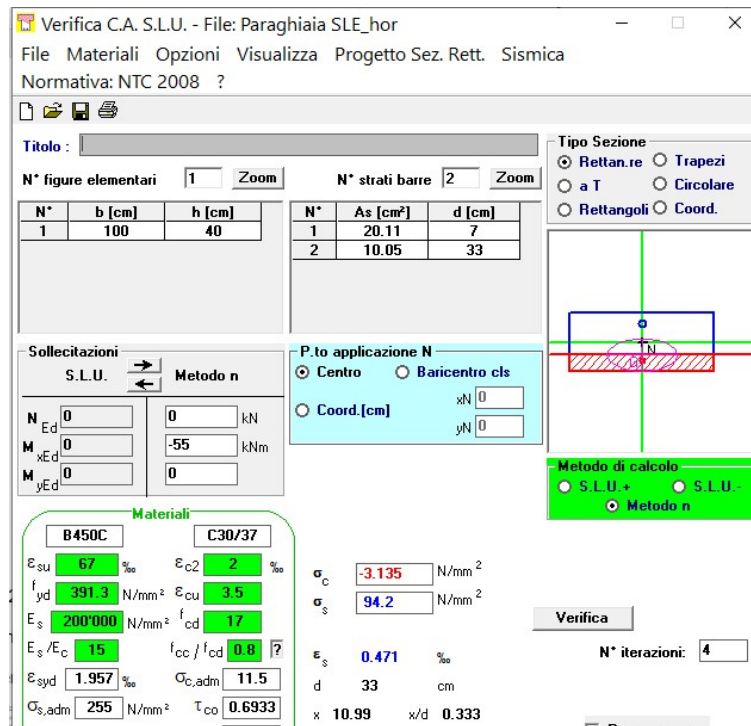


Figura 11-28: Verifica tensionale combinazione rara dir orizzontale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -3.13 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 94.2 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

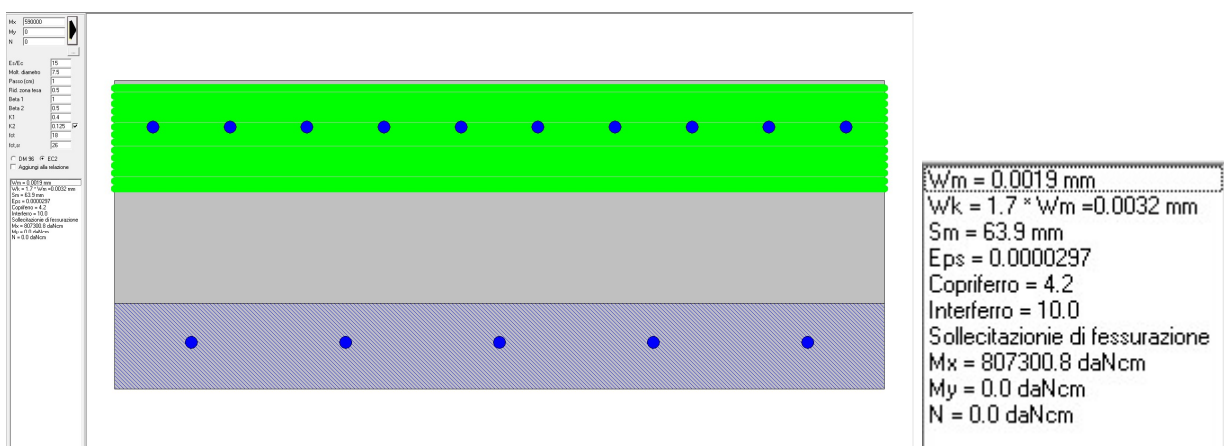


Figura 11-29: Verifica a fessurazione dir orizzontale

Risulta un valore di ampiezza delle fessure w_k pari a 0.0032 mm, inferiore al limite w₁ = 0.2mm di cui al §3.2

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

11.2.3 Muri andatori – sezione spiccato

11.2.3.9 Verifiche SLU/SLV

I muri andatori sono calcolati per unità di lunghezza, considerando agenti i pesi propri, il sovraccarico stradale a monte della parete, la spinta del terreno, le spinte sismiche e le forze di inerzia. Le verifiche sono state condotte per le combinazioni di carico più gravose.

Muro andatore parte bassa (spessore 120cm):

ENV SLU: $N = -215 \text{ kN/m}$; F_x (sforzo normale orizzontale) = 157 kN/m ; $M_{xx} = 253 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 644 \text{ kNm}$ (armature verticali interne tese); $V_{\max} = 398 \text{ kN/m}$

ENV SLV: $N = -173 \text{ kN/m}$; F_x (sforzo normale orizzontale) = 211 kN/m ; $M_{xx} = \pm 176 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 562 \text{ kNm/m}$ (tende le armature verticali interne); $V_{\max} = 331 \text{ kN/m}$

Dati sezione di verifica e quantitativi di armatura parte bassa:

$B = 100 \text{ cm}$

$H = 120 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento interno (teso): $\phi 26/10 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento esterno: $\phi 26/20 \text{ cm}$

Spilli: $\phi 16/40 \times 40 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento interno: $\phi 20/10 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento esterno: $\phi 20/10 \text{ cm}$

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con l'ausilio del software VcaSLU.

Figura 11-30: Verifica muro andatore basso verticale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 644 < 2351 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04	PROGR 001	REV B

Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Andatore SLU_hor

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	31.42	7
			2	31.42	113

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} -253 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C		C30/37	
ϵ_{su}	67 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm ²	f_{cd}	17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	11.5
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0.6933

M_{xRd} -1'343 kN m

σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 48.44 ‰
 d 113 cm
 x 7.615 x/d 0.06739

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Figura 11-31: Verifica muro andatore basso orizzontale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 253 < 1343 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Andatore SLV_vert

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	53.09	7
			2	26.55	113

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 173 kN
 M_{xEd} -562 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali

B450C		C30/37	
ϵ_{su}	10 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm ²	f_{cd}	17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	11.5
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0.6933

M_{xRd} -2'310 kN m

σ_c -16.66 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 1.716 ‰
 ϵ_s 10 ‰
 d 113 cm
 x 16.55 x/d 0.1465

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Figura 11-32: Verifica muro andatore basso verticale SLV

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 562 < 2310 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Andatore SLU_hor

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica

Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	31.42	7
			2	31.42	113

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -157 kN
M_{xEd} -253 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} -1260 kNm

Materiali

B450C		C30/37	
ε _{su}	67 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391.3 N/mm²	ε _{cu}	3.5 ‰
E _s	200000 N/mm²	f _{cd}	17
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0.8
ε _{syd}	1.957 ‰	σ _{c,adm}	11.5
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0.6933

σ_c -17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 51.15 ‰
d 113 cm
x 7.236 x/d 0.06404

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o 0 cm Col. modello

Figura 11-33: Verifica muro andatore basso orizzontale SLV

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 211 < 1260 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Con riferimento alle azioni taglianti la resistenza della sezione è determinata secondo le indicazioni delle NTC di cui ai precedenti paragrafi.

La verifica è svolta determinando il taglio resistente della sezione con armature a taglio (spilli).

La verifica è svolta con riferimento alla combinazione SLU che risulta essere la più gravosa.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	96

SEZIONE					
b _w	=	100	cm		
h	=	120	cm		
c	=	5	cm		
d	=	h-c	=	115	cm
MATERIALI					
f _{ywd}	=	391.30	MPa		
R _{ck}	=	40.00	MPa		
γ _c	=	1.5			
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	33.20	MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	=	18.81	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
∅ _{st}	=	16			
braccia	=	6.25			
∅ _{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	100	cm		
(A _{sw} / s)	=	12.566	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
Armatura trasversale		cot(θ) = 2.50		(θ) = 21.80	
V_{Rd} = 1272.42 (KN)		min(V_{Rsd}, V_{Rcd})			

Figura 11-34: Resistenza a taglio sezione con spilli

Nella sezione di base Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente V_{Rd} → 398 < 1272 kN → Verifica soddisfatta.

11.2.3.10 Verifiche SLE

Risultano i seguenti valori di sollecitazioni in combinazione rara

Muro andatore parte bassa:

SLE,rara: N=-154kN/m; F_x= 112kN/m; M_{xx}=181kNm/m; M_{yy}=460kNm;

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04		PROGR 001

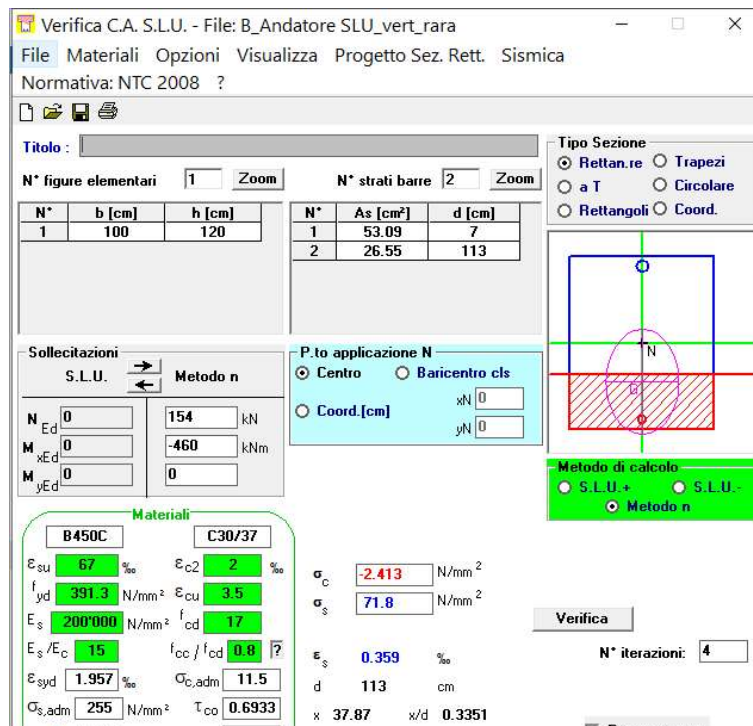


Figura 11-35: Verifica tensionale combinazione rara dir verticale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -2.41 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 71.8 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

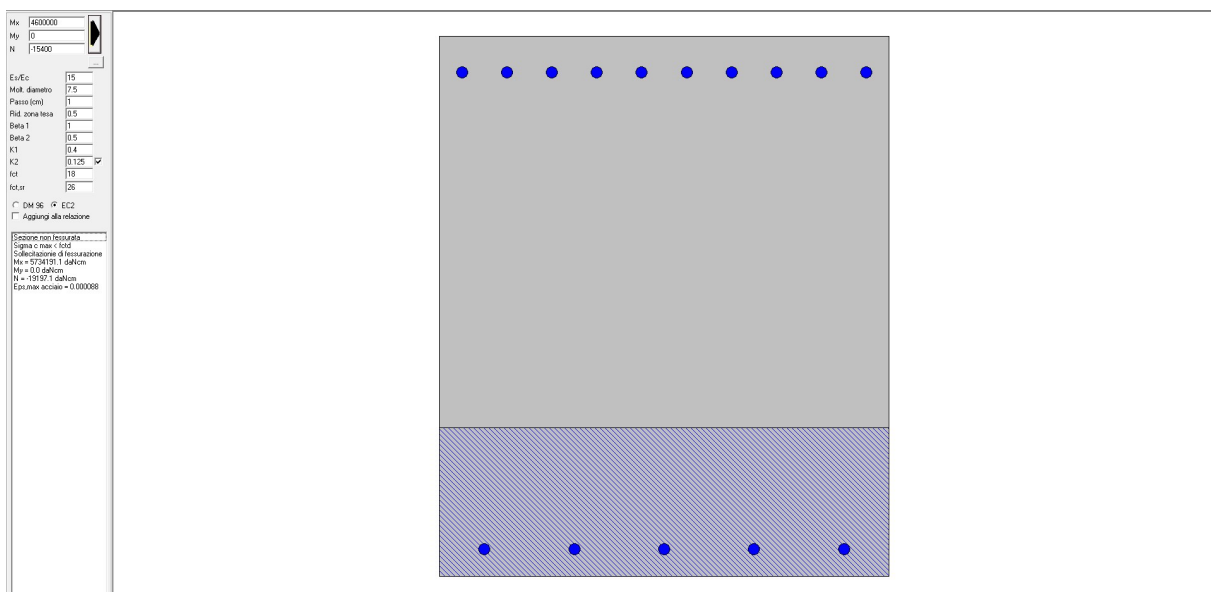


Figura 11-36: Verifica a fessurazione dir verticale

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

La sezione risulta non fessurata.

Con riferimento alle azioni nel piano orizzontale si ottiene:

Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Andatore SLU_hor_rara

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

TITOLO : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	31.42	7
			2	31.42	113

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 -117 kN
M_{xEd} 0 -181 kNm
M_{yEd} 0 0

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

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

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

Materiali B450C C30/37

ε_{su} 67 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933

σ_c -0.9299 N/mm²
σ_s 72.73 N/mm²

ε_s 0.3636 ‰
d 113 cm
x 18.18 x/d 0.1609

Verifica N° iterazioni: 5

Figura 11-37: Verifica tensionale combinazione rara dir orizzontale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -0.92 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 72.73 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

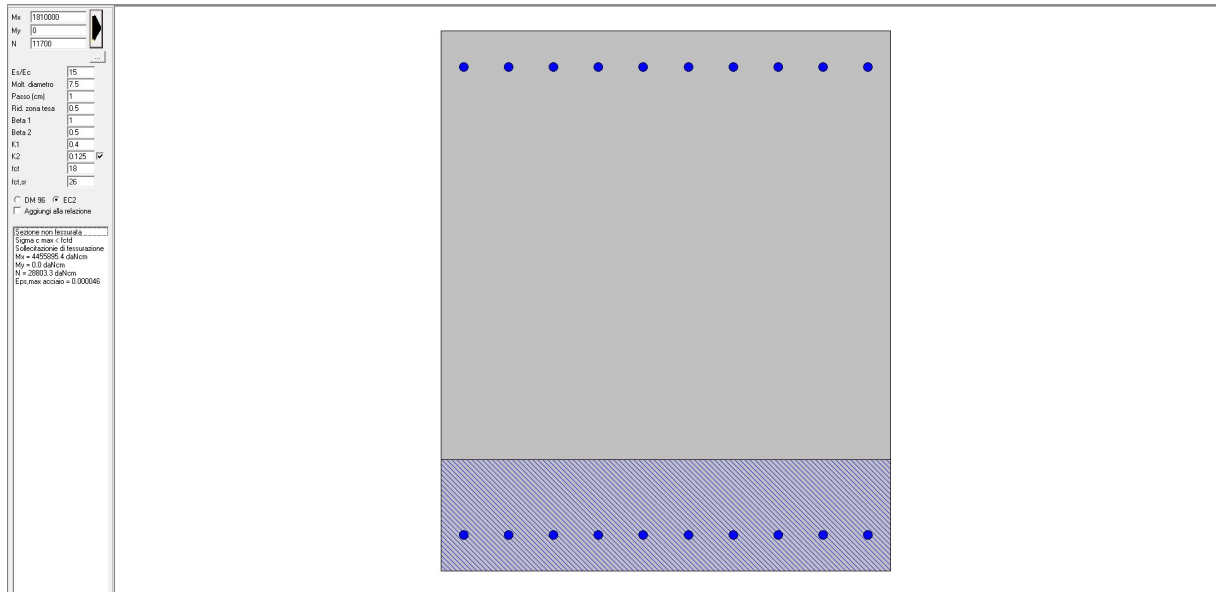


Figura 11-38: Verifica a fessurazione dir orizzontale

La sezione non è fessurata.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

11.2.4 Muri andatori – parte alta

11.2.4.9 Verifiche SLU/SLV

I muri andatori sono calcolati per unità di lunghezza, considerando agenti i pesi propri, il sovraccarico stradale a monte della parete, la spinta del terreno, le spinte sismiche e le forze di inerzia.

Le verifiche sono state condotte per le combinazioni di carico più gravose.

Muro andatore parte alta (spessore 70cm)

ENV SLU: $N = -55 \text{ kN/m}$; F_x (sforzo normale orizzontale) = 115 kN/m ; $M_{xx} = 118 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 46 \text{ kNm/m}$; $V_{\max} = 257 \text{ kN/m}$

ENV SLV: $N = -24 \text{ kN/m}$; $M_{xx} = +/- 56 \text{ kNm/m}$; $M_{yy} = 42 \text{ kNm/m}$ (tende le armature verticali interne); $V_{\max} = 215 \text{ kN/m}$

Dati sezione di verifica e quantitativi di armatura parte alta:

$B = 100 \text{ cm}$

$H = 70 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento interno (teso): $\phi 20/10 \text{ cm}$

Armatura verticale paramento esterno: $\phi 20/20 \text{ cm}$

Spilli: $\phi 12/40 \times 40 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento interno: $\phi 20/10 \text{ cm}$

Armatura orizzontale paramento esterno: $\phi 20/10 \text{ cm}$

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con l'ausilio del software VcaSLU.

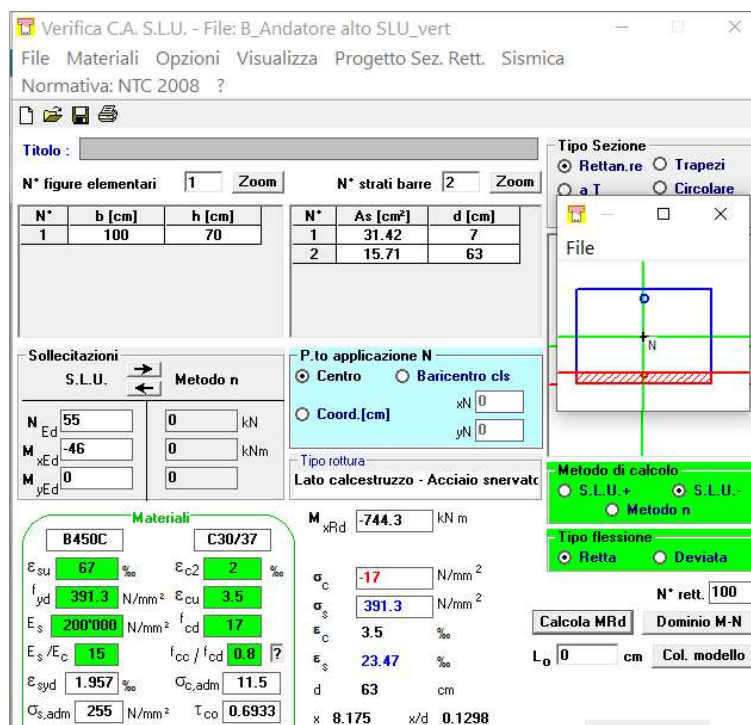


Figura 11-39: Verifica muro andatore alto verticale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 46 < 744 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

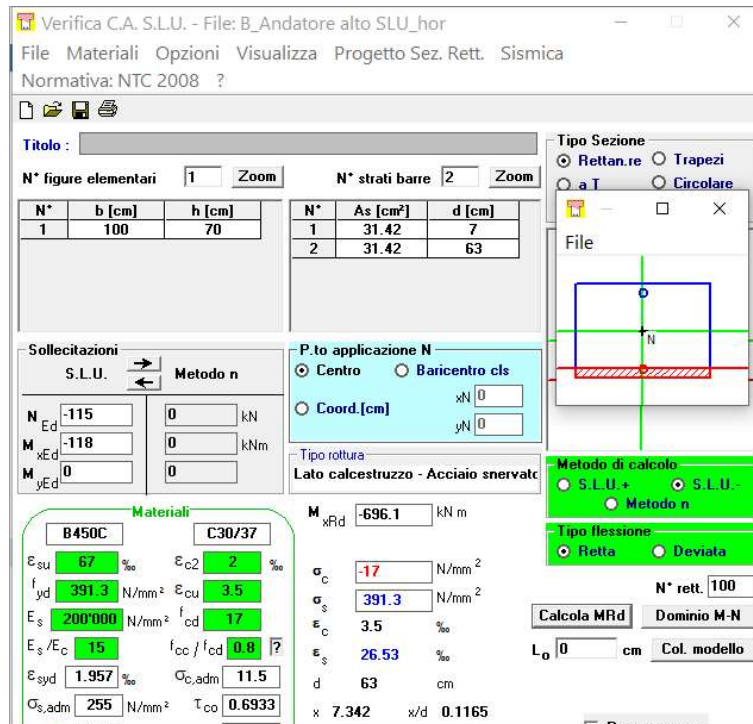


Figura 11-40: Verifica muro andatore alto orizzontale SLU

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 130 < 696 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

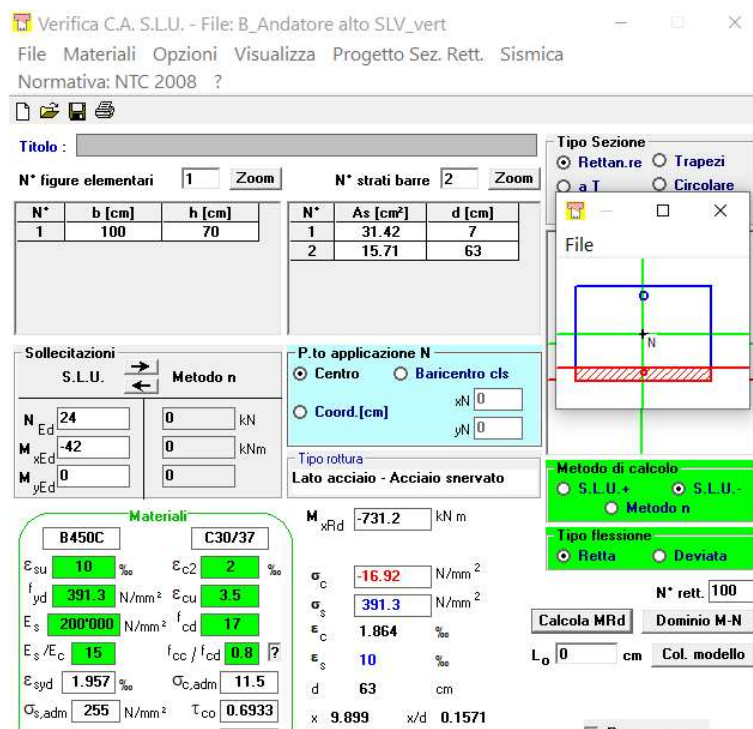


Figura 11-41: Verifica muro andatore alto verticale SLV

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 42 < 731 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

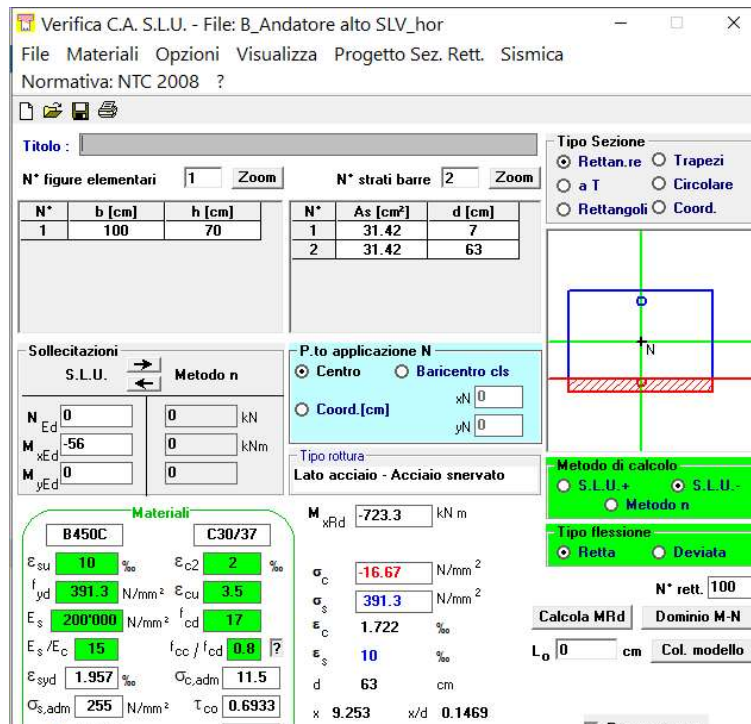


Figura 11-42: Verifica muro andatore alto orizzontale SLV

Il momento flettente agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 56 < 723 \text{ kNm} \rightarrow$ Verifica soddisfatta.

Con riferimento alle azioni taglianti la resistenza della sezione è determinata secondo le indicazioni delle NTC di cui ai precedenti paragrafi.

La verifica è svolta determinando il taglio resistente della sezione con armature a taglio (spilli).

La verifica è svolta con riferimento alla combinazione SLU che risulta essere la più gravosa.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	103

SEZIONE					
b _w	=	100	cm		
h	=	70	cm		
c	=	5	cm		
d	=	h-c	=	65	cm
MATERIALI					
f _{ywd}	=	391.30	MPa		
R _{ck}	=	40.00	MPa		
γ _c	=	1.5			
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	33.20	MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	=	18.81	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
∅ _{st}	=	12			
braccia	=	6.25			
∅ _{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	100	cm		
(A _{sw} / s)	=	7.069	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
Armatura trasversale		cot(θ) = 2.50		(θ) = 21.80	
V_{Rd} = 404.55 (KN)		min(V_{Rsd}, V_{Rcd})			

Figura 11-43: Resistenza a taglio sezione con spilli

Nella sezione di base Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente V_{Rd} → 257 < 404 kN → Verifica soddisfatta.

11.2.4.10 Verifiche SLE

Risultano i seguenti valori di sollecitazioni in combinazione rara

Muro andatore parte alta:

SLE,rara: N=-39kN/m; Fx= 82kN/m; M_{xx}=84kNm/m; M_{yy}=32kNm;

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

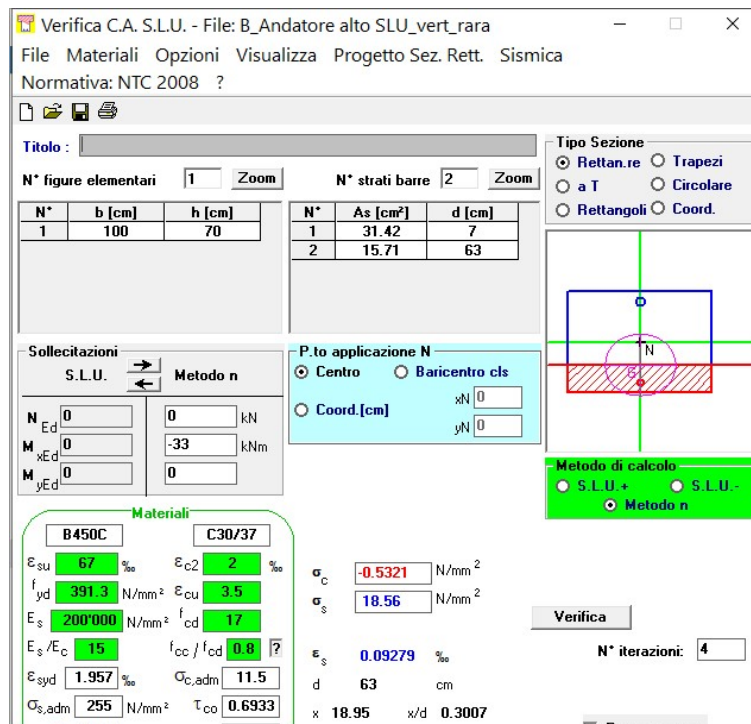


Figura 11-44: Verifica tensionale combinazione rara dir verticale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -0.53 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 18.56 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

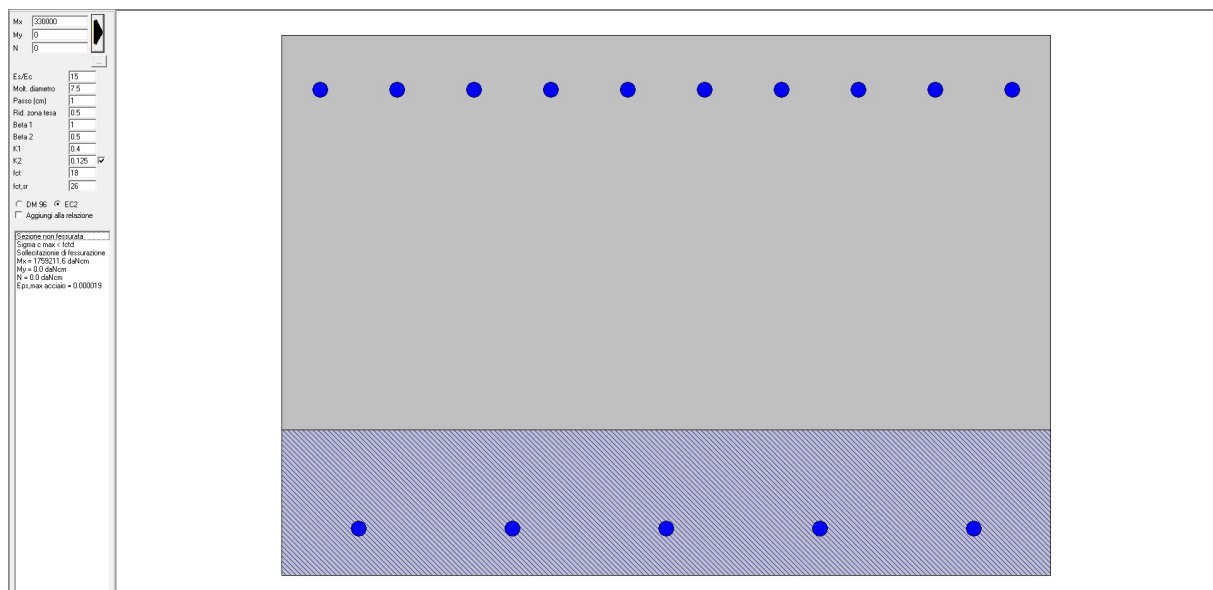


Figura 11-45: Verifica a fessurazione dir verticale

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

La sezione risulta non fessurata.

Con riferimento alle azioni nel piano orizzontale si ottiene:

The screenshot shows a software window titled "Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Andatore alto SLU_hor_rara". The interface includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto, Sez. Rett., Sismica) and a toolbar. The main area is divided into several panels:

- Titolo:** A text input field.
- N° figure elementari:** 1 (Zoom)
- N° strati barre:** 2 (Zoom)
- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	70
- Table 2:**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31.42	7
2	31.42	63
- Sollecitazioni:** S.L.U. (selected) / Metodo n.
 - N_{Ed}: 0
 - M_{Ed}: 0
 - M_{yEd}: 0
 - Other values: -82 kN, -84 kNm, 0
- P.to applicazione N:** Centro (selected), Baricentro cls, Coord.[cm] (xN: 0, yN: 0)
- Metodo di calcolo:** S.L.U.+ (selected), S.L.U.-, Metodo n.
- Materiali:**
 - B450C:** ε_{su} 67‰, f_{yd} 391.3 N/mm², E_s 200'000 N/mm², E_s/E_c 15, ε_{syd} 1.957‰, σ_{s,adm} 255 N/mm²
 - C30/37:** ε_{c2} 2‰, E_{cu} 3.5, f_{cd} 17, f_{cc}/f_{cd} 0.8, σ_{c,adm} 11.5, τ_{co} 0.6933
- Results:**
 - σ_c: -1.133 N/mm²
 - σ_s: 59.73 N/mm²
 - ε_s: 0.2987‰
 - d: 63 cm
 - x: 13.96, x/d: 0.2215
- Verifica:** A button to perform the check.
- N° iterazioni:** 4

Figura 11-46: Verifica tensionale combinazione rara dir orizzontale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -1.13 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 59.73 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

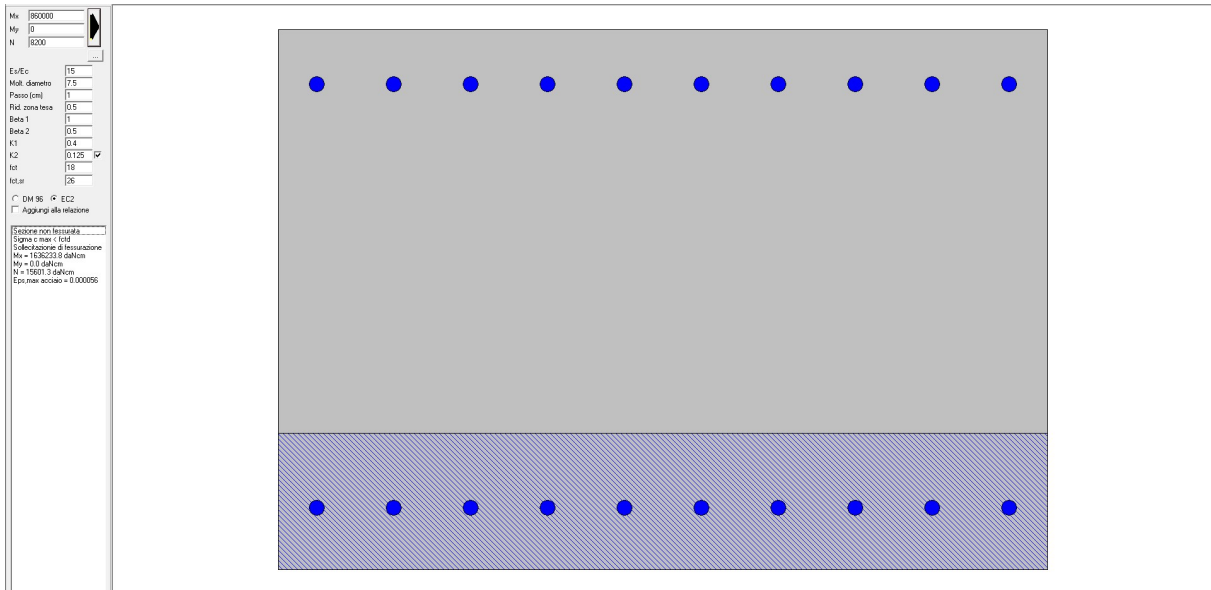


Figura 11-47: Verifica a fessurazione dir orizzontale

La sezione non è fessurata.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

11.2.5 Platea di fondazione

11.2.5.9 Verifiche SLU/SLV

La platea di fondazione è dimensionata sulla base delle sollecitazioni dell'analisi strutturale derivante dalla risoluzione del modello globale della struttura.

Le verifiche sono state condotte per le combinazioni di carico più gravose.

Platea fondazione (Mxx momento in direzione longitudinale)

ENV SLU: $M_{xx,max}=933\text{kNm/m}$, $M_{xx,min}=-318\text{kNm/m}$; $M_{yy,max}=372\text{kNm/m}$, $M_{yy,min}=518\text{kNm/m}$, $V_{max}=498\text{kN/m}$

ENV SLV: $M_{xx,max}=1004\text{kNm/m}$, $M_{xx,min}=-442\text{kNm/m}$; $M_{yy,max}=360\text{kNm/m}$, $M_{yy,min}=733\text{kNm/m}$, $V_{max}=883\text{kN/m}$

Dati sezione di verifica e quantitativi di armatura:

B = 100cm

H= 200cm

Armatura longitudinale superiore: $\phi 26/10\text{cm}$

Armatura longitudinale inferiore: $\phi 26/10\text{cm}$

Spilli: $\phi 16/40 \times 40\text{cm}$

Armatura trasversale superiore: $\phi 26/20\text{cm}$ (prevedere infittimento di ulteriori $\phi 26/20\text{cm}$ palo – palo trasversale)

Armatura trasversale inferiore: $\phi 26/20\text{cm}$

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con l'ausilio del software VcaSLU.

In direzione longitudinale:

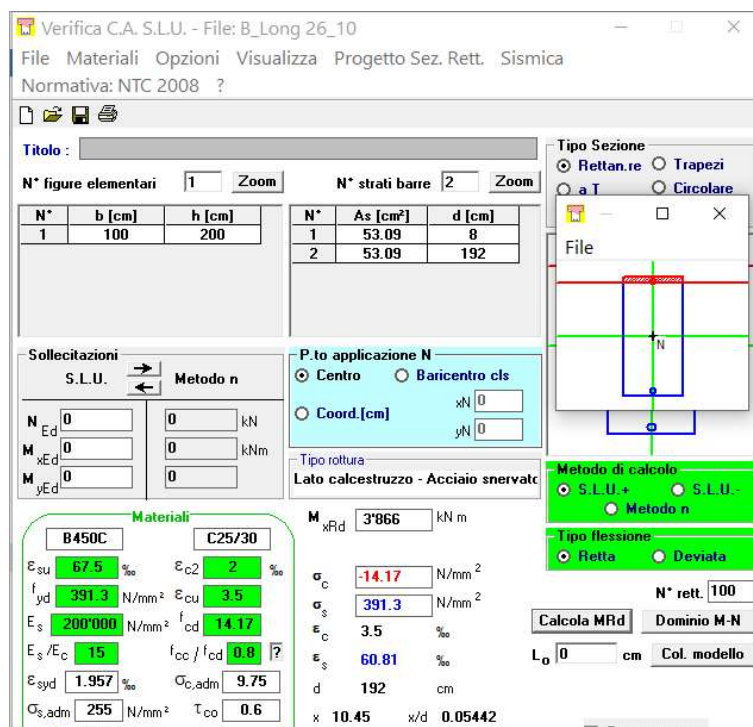


Figura 11-48: Verifica platea direzione longitudinale

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001	REV B

Con riferimento al momento flettente positivo agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 1004 < 3866$ kNm \rightarrow Verifica soddisfatta.

Con riferimento al momento flettente negativo agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 442 < 3866$ kNm \rightarrow Verifica soddisfatta.

In direzione trasversale:

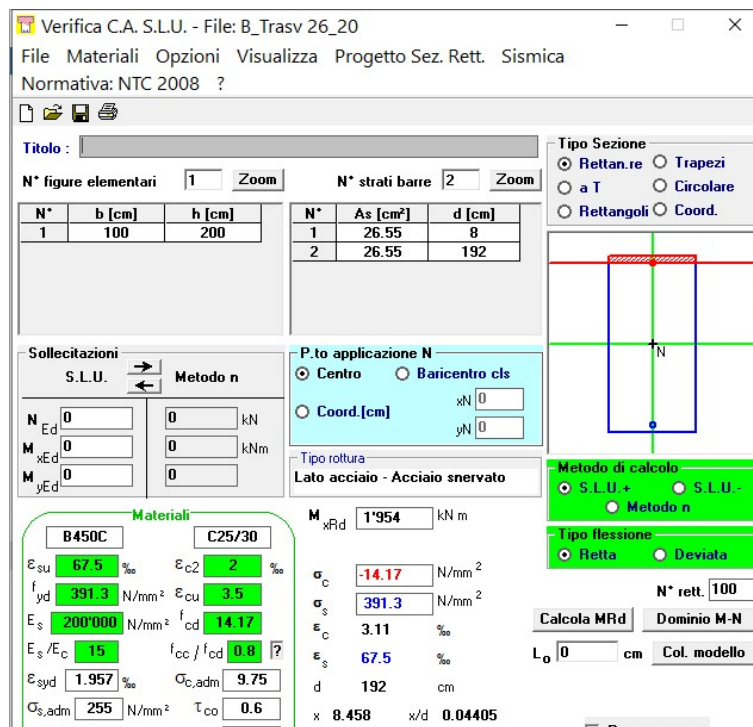


Figura 11-49: Verifica platea direzione trasversale

Con riferimento al momento flettente positivo agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 372 < 1954$ kNm \rightarrow Verifica soddisfatta.

Con riferimento al momento flettente negativo agente M_{sd} è minore del momento resistente $M_{Rd} \rightarrow 733 < 1954$ kNm \rightarrow Verifica soddisfatta.

Con riferimento alle azioni taglianti la resistenza della sezione è determinata secondo le indicazioni delle NTC di cui ai precedenti paragrafi.

La verifica è svolta determinando il taglio resistente della sezione con armature a taglio (spilli).

La verifica è svolta con riferimento alla combinazione SLV che risulta essere la più gravosa.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	109

SEZIONE					
b _w	=	100	cm		
h	=	200	cm		
c	=	5	cm		
d	=	h-c	=	195	cm
MATERIALI					
f _{ywd}	=	391.30	MPa		
R _{ck}	=	30.00	MPa		
γ _c	=	1.5			
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	24.90	MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	=	14.11	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
∅ _{st}	=	16			
braccia	=	6.25			
∅ _{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	100	cm		
(A _{sw} / s)	=	12.566	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
Armatura trasversale		cot(θ) = 2.50		(θ) = 21.80	
V_{Rd} = 2157.58 (KN)		min(V_{Rsd}, V_{Rcd})			

Figura 11-50: Resistenza a taglio sezione con spilli

Nella sezione di base Il taglio agente V_{sd} è minore del taglio resistente V_{Rd} → 883 < 2157 kN → Verifica soddisfatta.

11.2.5.10 Verifiche SLE

Risultano i seguenti valori di sollecitazioni in combinazione rara

Muro andatore parte bassa:

$$SLE, \text{rara: } M_{xx, \max} = 666 \text{ kNm/m, } M_{xx, \min} = -227 \text{ kNm/m; } M_{yy, \max} = 265 \text{ kNm/m, } M_{yy, \min} = -370 \text{ kNm/m}$$

In direzione longitudinale:

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSULETTE A R.L.	MANDANTI HY pro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04		PROGR 001

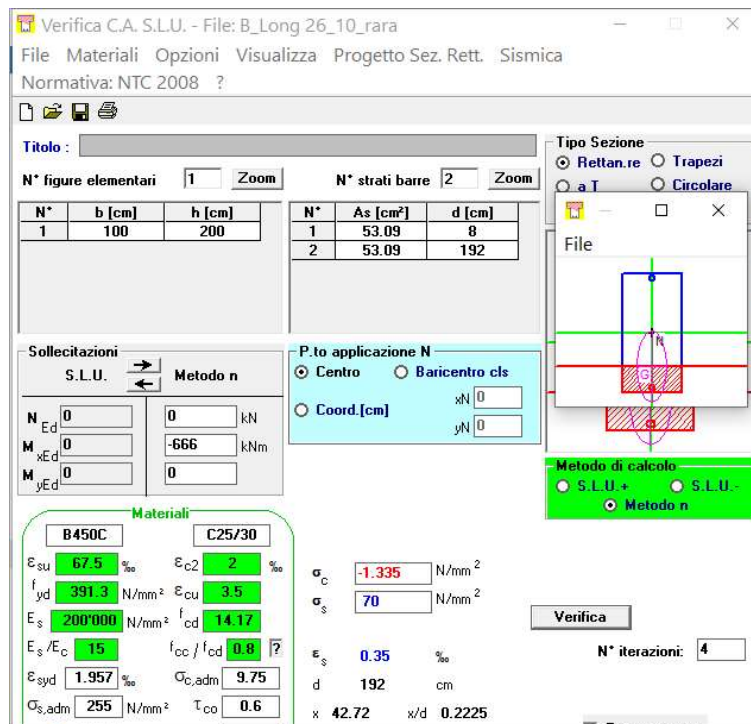


Figura 11-51: Verifica tensionale combinazione rara dir longitudinale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -1.35 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 70 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

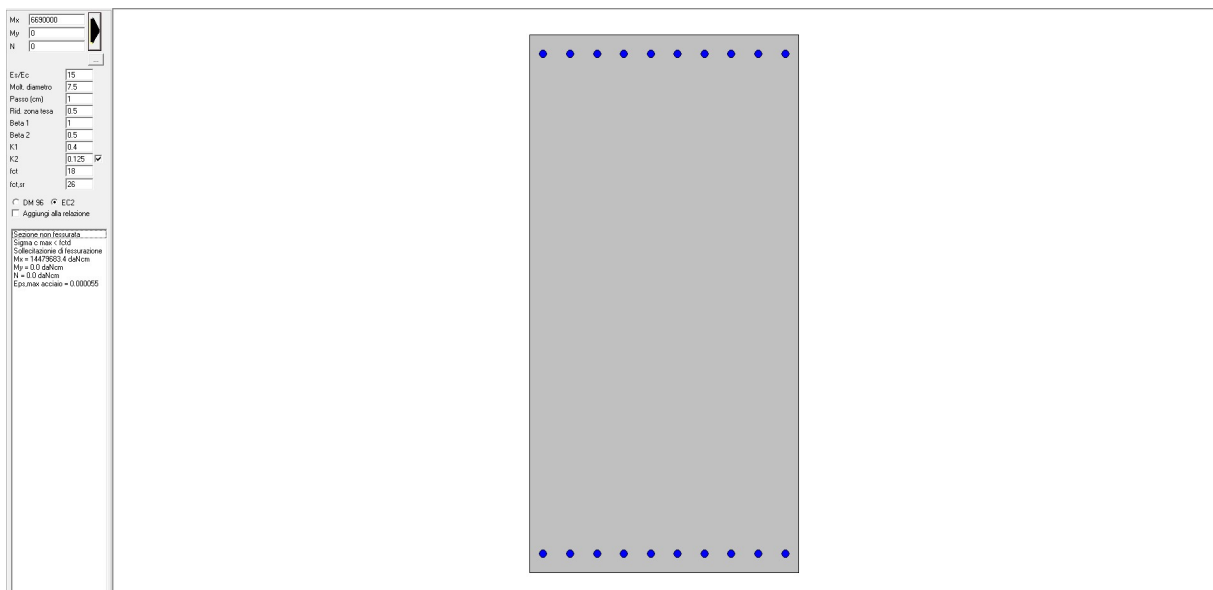


Figura 11-52: Verifica a fessurazione dir longitudinale

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	111

La sezione risulta non fessurata.

In Direzione trasversale:

Verifica C.A. S.L.U. - File: B_Trasv 26_20_rara

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	26.55	8
			2	26.55	192

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6

σ_c -1.052 N/mm²
 σ_s 76.76 N/mm²
 ε_s 0.3838 ‰
 d 192 cm
 x 32.73 x/d 0.1705

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

Verifica N° iterazioni: 5

Figura 11-53: Verifica tensionale combinazione rara dir trasversale

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -1.05 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 76.76 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV03 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 03 04			PROGR 001

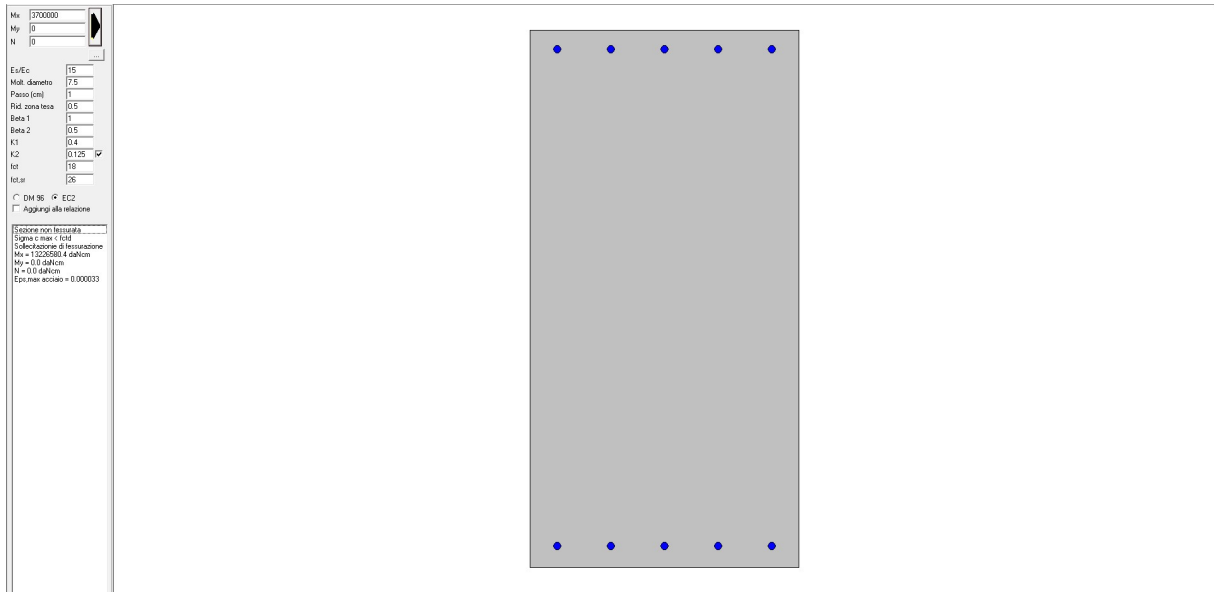


Figura 11-54: Verifica a fessurazione dir trasversale

La sezione risulta non fessurata.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV03 - Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	04	001	B	113

12. RITEGNI SISMICI

Si rimanda alla relazione di calcolo delle pile.

13. GIUNTI

Si rimanda alla relazione di calcolo impalcato.