

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



MANDATARIA

MANDANTI

PROGETTAZIONE:



MANDATARIA

MANDANTI

PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA

LOTTO 2 e 3: RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
 Relazione di calcolo scatolare

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	SCALA:
DIRETTORE TECNICO Ing. G. Babini A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l. Il Direttore Tecnico (Ing. Gianguido Babini)	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. M. Facchini	---

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

LI0B **02** **E** **ZZ** **CL** **SL0400** **001** **B**

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Prima Emissione	Ing. M. Calderoni	Dicembre 2022	Ing. V. Calzona	Dicembre 2022	S. Canale	Dicembre 2022	
B	Aggiornamento per Rdv n.0302	Ing. A. Zaza	Luglio 2023	Ing. M. Calderoni	Luglio 2023	S. Canale	Luglio 2023	

File: LI0B02EZZCLSL0400001B

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 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	<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> SL 04 00			<small>PROGR</small> 001

INDICE

1.. PREMESSA	3
1.. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.. MATERIALI.....	6
2.1 Calcestruzzo Magrone	6
2.1 Soletta superiore	6
2.1 Piedritti	6
2.1 Soletta inferiore	6
2.2 Acciaio B450C.....	6
3.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	7
3.1 Terreno di ricoprimento/rinterro.....	7
3.2 Terreno di fondazione	7
3.3 Falda	7
3.4 Interazione terreno-struttura.....	7
4.. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	9
4.1 Vita nominale e classe d'uso.....	9
4.2 Parametri di pericolosità sismica.....	9
5.. VERIFICHE STRUTTURALI	14
5.1 Verifica allo stato limite ultimo.....	14
5.2 Verifica S.L.E.	15
6.. SOFTWARE DI CALCOLO	17
7.. SOTTOPASSO SCATOLARE 5.00 X 4.50 M.....	18
7.1 Modello di calcolo.....	19
7.2 Analisi dei carichi	20
7.3 Azione sismica	37
8.. COMBINAZIONI DI CARICO.....	41
9.. DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI	45
10 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.....	49
10.1 Sezione 1 - soletta superiore appoggio.....	50
10.2 Sezione 2 - soletta superiore mezzeria.....	52
10.3 Sezione 3 - piedritto testa	53
10.4 Sezione 4 - piedritto mezzeria.....	54
10.5 Sezione 5 - piedritto piede	56
10.6 Sezione 6 - soletta inferiore appoggio.....	57
10.7 Sezione 7- soletta inferiore mezzeria.....	59

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	2

11 VERIFICA DI DEFORMABILITA'	60
12 RIEPILOGO ARMATURE – SCATOLARE	62
13 CALCOLO INCIDENZE ARMATURE	62
14 VERIFICHE GEOTECNICHE	63
14.1 Verifica della capacita portante	63
14.1 Verifica al galleggiamento	71
15 TABULATO	72

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	3

1. PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al Raddoppio Termoli - Lesina, Lotto 02: Termoli - Campomarino.

Il sottovia, di nuova realizzazione, si rende necessario per garantire la continuità poderale nell'ambito della viabilità fra le aree a nord e a sud del nuovo tracciato ferroviario.

L'opera consiste in uno scatolare in c.a. gettato in opera.

La sezione trasversale retta ha una larghezza interna di $L_{int} = 5.00$ m ed un'altezza netta di $H_{int} = 4.50$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 0.80$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 0.60$ m e lo spessore della soletta di copertura è di $S_s = 0.60$ m. La lunghezza del sottopasso è di 13.62 m al netto dei muri di imbocco.

Agli imbocchi sono previsti dei muri di contenimento a fondazione diretta di altezza variabile con spessore paramento in testa pari a $B = 40$ cm variabile con l'altezza in funzione di una pendenza 1/10 e spessore fondazione $s = 90$ cm

Nell'immagine seguente si riportano una sezione trasversale ed una longitudinale dell'opera.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento della struttura è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza richiesti all'opera.

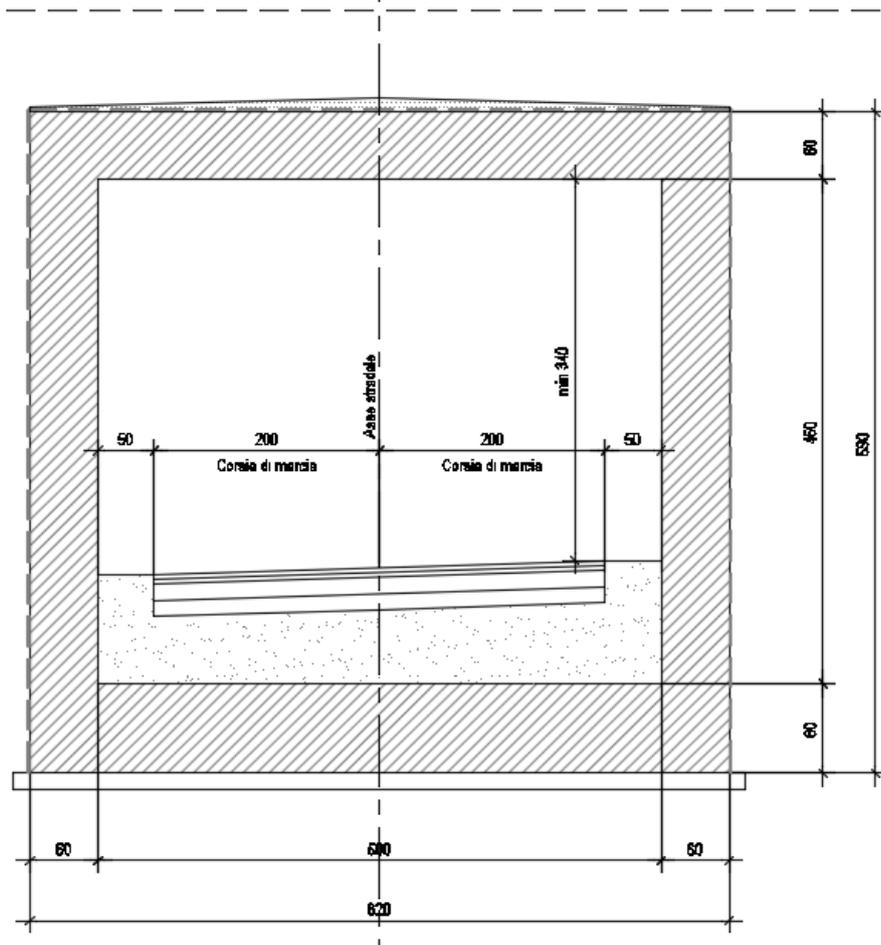


Fig. 1 – Sezione trasversale dell'opera

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	4

SEZIONE LONGITUDINALE A-A - Scala 1:100

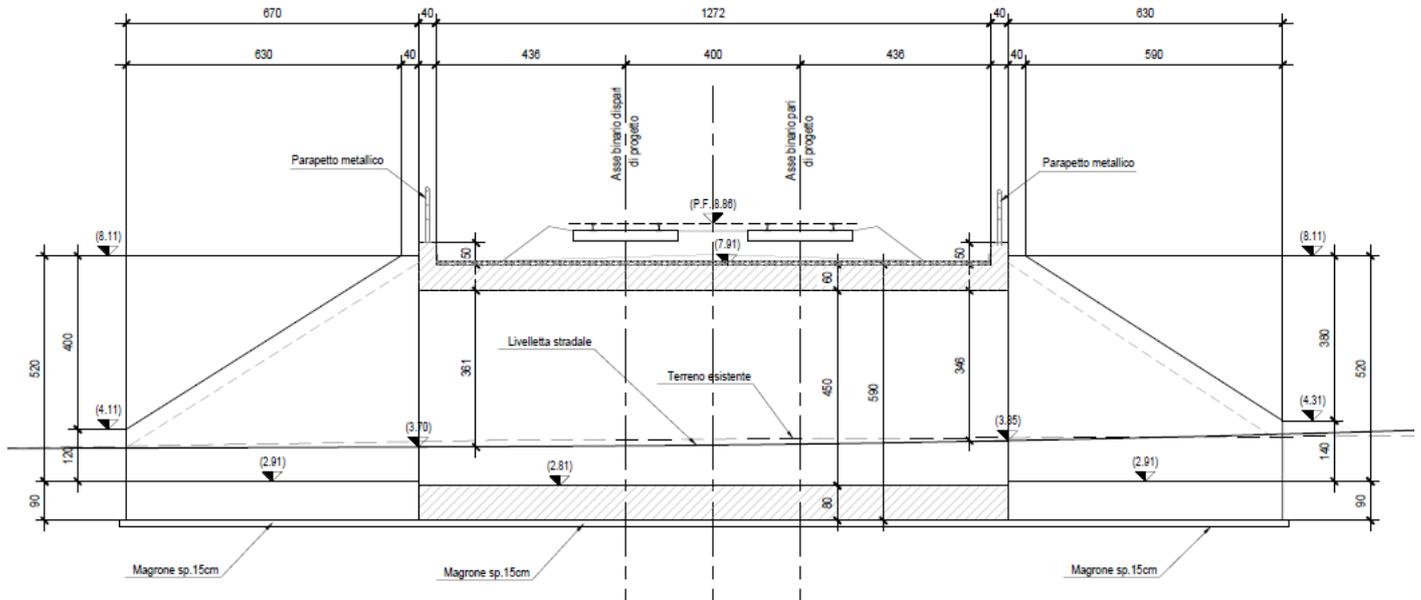


Fig. 2 – Sezione longitudinale

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	5

1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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. 14-01-08 (NTC-2008);
- [N.4]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 6

2 MATERIALI

2.1 CALCESTRUZZO MAGRONE

Conglomerato classe di resistenza C12/15 – Rck 15MPa

Resistenza caratteristica cubica:	Rck = 15 N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica:	f _{ck} = 12 N/mm ²
Classe di esposizione:	X0
Classe di consistenza slump:	S3

2.1 SOLETTA SUPERIORE

Conglomerato classe di resistenza C32/40 – Rck 40MPa

Conforme alla UNI EN 206-1	
Classe di esposizione	XC2
Rck (UNI EN 206-2016)	>= 40 MPa
Classe di resistenza (UNI EN 206-2016)	C32/40
Tipo cemento	CEM III-V
Dimensione max aggregati	25 mm
Classe di consistenza	S3-S4
Copriferro minimo	50 mm

2.1 PIEDRITTI

Conglomerato classe di resistenza C32/40 – Rck 40MPa

Conforme alla UNI EN 206-1	
Classe di esposizione	XC2
Rck (UNI EN 206-2016)	>= 40 MPa
Classe di resistenza (UNI EN 206-2016)	C32/40
Tipo cemento	CEM III-V
Dimensione max aggregati	25 mm
Classe di consistenza	S3-S4
Copriferro minimo	50 mm

2.1 SOLETTA INFERIORE

Conglomerato classe di resistenza C32/40 – Rck 40MPa

Conforme alla UNI EN 206-1	
Classe di esposizione	XC2 / XF4
Rck (UNI EN 206-2016)	>= 40 MPa
Classe di resistenza (UNI EN 206-2016)	C32/40
Tipo cemento	CEM III-V
Dimensione max aggregati	25 mm
Classe di consistenza	S3-S4
Copriferro minimo	50 mm

2.2 ACCIAIO B450C

Tensione caratteristica di snervamento:	f _{yk} = 450 MPa;
Tensione di progetto:	f _{yk} = 450 MPa;
Tensione di progetto:	f _{yk} = f _{yd} / γ _m
in cui γ _m = 1.15	f _{yd} = 450 / 1.15 = 391.3 MPa;
Modulo Elastico	E _s = 210'000 MPa.

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										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	7

3 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

3.1 TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO

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

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata

3.2 TERRENO DI FONDAZIONE

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte dalla relazione geotecnica e sono riportate sinteticamente di seguito (dedotte dalla linea alla progr. 13+900.00 circa):

Unità ba3 – Argille limose (Alluvioni attuali e recenti)

$\gamma = 18\div 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5\div 20 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 20\div 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 40\div 175 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$N_{spt} = 2\div 30$	numero di colpi da prova SPT
$V_s = 70\div 250 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 10\div 120 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 25\div 320 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale
$k = 10^{-8}\div 10^{-6} \text{ m/s}$	permeabilità

3.3 FALDA

Dal profilo geotecnico il piano di fondazione dell'opera non risulta essere interferente con la quota di falda posto a circa 1.50m dal p.c..

3.4 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

La soletta inferiore viene divisa in 10 elementi per poter schematizzare, tramite le molle applicate, l'interazione terreno-struttura. Considerando un numero fisso e pari ad 11 di molle elastiche, la caratteristica elastica della generica molla viene calcolata attraverso la formulazione di Vogt:

- K_s = costante di sottofondo [F/L^3]
 - b_t = dimensione trasversale dell'opera
 - b_l = dimensione longitudinale dell'opera
 - E = modulo di Young del terreno
- $$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{b_t^2 \cdot b_l}} \quad (\text{il modello del calcolo è effettuato al metro})$$

Numero di molle per unità di lunghezza	11
b_t (m)	6.20
b_l (m)	1.00
$K_{verticale}$ (kN/m^3)	5516

Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale $K_s = 5516 \text{ kN/m}^3$

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

Con questo valore si ricavano i valori delle singole molle, ottenendo per le 5 molle centrali un valore di:

$$K_{centrale} = K_s * L_{int} / 10 = 3546.7 \text{ kN/m}^2$$

I valori delle molle di spigolo si ottengono con la seguente formulazione:

$$K_{bordo} = K_s * 3L_p / 4 = 2837.4 \text{ kN/m}^2$$

ed infine in valori delle molle nei nodi laterali:

$$K_{lateral} = K_s (L_{int} / 10 / 2 + L_p / 4) = 3192 \text{ kN/m}^2$$

$$K_{orizzontali} = 10 * K_{centrale} = 35467.7 \text{ kN/m}^2$$

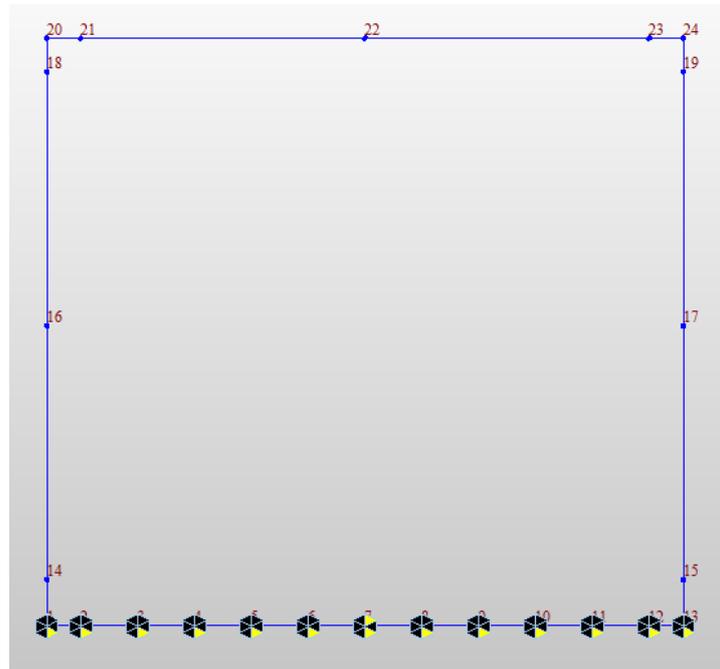


Fig. 3 – Modellazione molle elastiche in MIDAS

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare		COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 9

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

4.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $VN = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

4.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ 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 / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- 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:

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	10

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione:

..a "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, a "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 - $P_{VR} = 81\%$
- SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU

- SLV - $P_{VR} = 10\%$
- SLC - $P_{VR} = 5\%$

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										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	11

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	68	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).

Le accelerazioni massime per i vari stati limite di normativa nelle condizioni di sito reali sono:

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	12

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.224 g
F_0	2.482
T_C^*	0.352 s
S_S	1.366
C_C	1.482
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.366
η	1.000
T_B	0.174 s
T_C	0.522 s
T_D	2.498 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

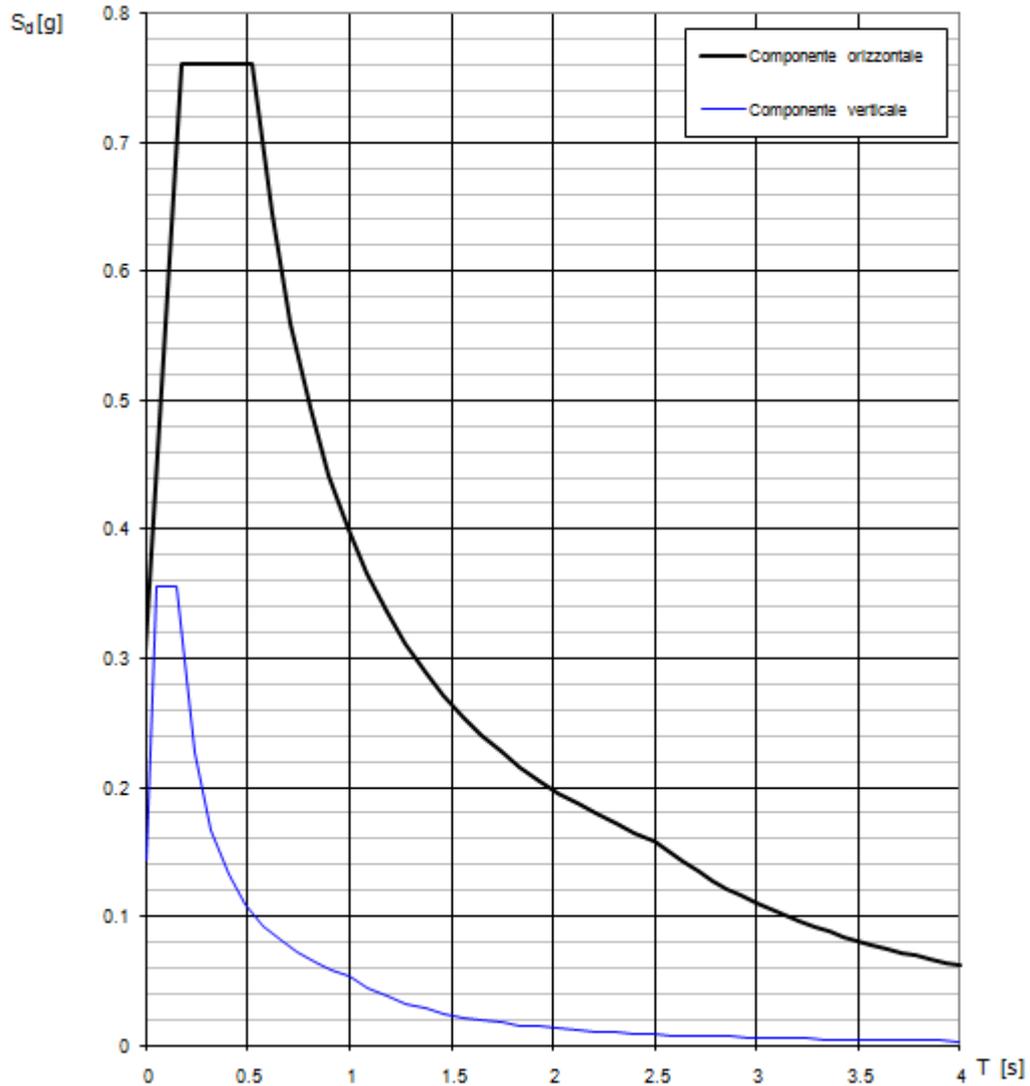
Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.307
0.174	0.761
0.522	0.761
0.616	0.645
0.710	0.559
0.804	0.494
0.898	0.442
0.992	0.400
1.086	0.365
1.180	0.336
1.274	0.311
1.369	0.290
1.463	0.271
1.557	0.255
1.651	0.240
1.745	0.227
1.839	0.216
1.933	0.205
2.027	0.196
2.121	0.187
2.216	0.179
2.310	0.172
2.404	0.165
2.498	0.159
2.569	0.150
2.641	0.142
2.712	0.135
2.784	0.128
2.855	0.122
2.927	0.116
2.999	0.110
3.070	0.105
3.142	0.100
3.213	0.096
3.285	0.092
3.356	0.088
3.428	0.084
3.499	0.081
3.571	0.078
3.642	0.075
3.714	0.072
3.785	0.069
3.857	0.067
3.928	0.064
4.000	0.062

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	13

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



Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

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									
		COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare											

5 VERIFICHE STRUTTURALI

5.1 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO

5.1.1 Verifiche a Pressoflessione

Con riferimento alla sezione pressoinflessa assieme ai diagrammi di deformazione e di sforzo riportati nelle figure seguenti, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

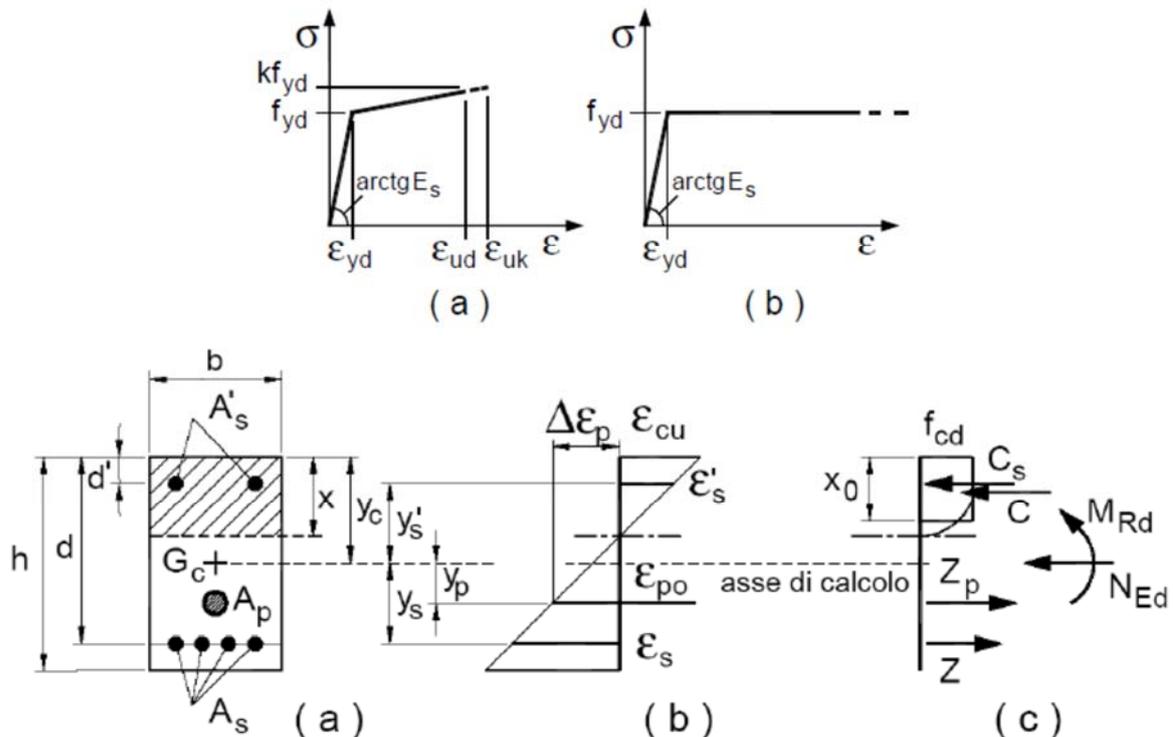
$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.



5.1.2 Verifiche a Taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg}\theta \leq 2,5$$

Per la verifica di resistenza (SLU) si dovrà avere che:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è data da:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$$

Circa il calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola invece con la:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	15

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} (ctg\alpha + ctg\Theta) / (1 + ctg^2\Theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

dove

- d altezza utile della sezione (in mm);
 b_w larghezza minima della sezione (in mm).
 A_{sw} area dell'armatura trasversale;
 s interasse tra due armature trasversali consecutive;
 α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
 f'_{cd} resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$);
 α_c coefficiente maggiorativo pari a

$$\begin{aligned} & 1 && \text{per membrature non compresse} \\ & 1 + \sigma_{cp} / f_{cd} && \text{per } 0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 \cdot f_{cd} \\ & 1,25 && \text{per } 0,25 \leq \sigma_{cp} < 0,5 \cdot f_{cd} \\ & 2,5 \cdot (1 - \sigma_{cp} / f_{cd}) && \text{per } 0,5 \leq \sigma_{cp} < f_{cd} \end{aligned}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c \text{ tensione media di compressione nella sezione } (\leq 0,2 f_{cd});$$

5.2 VERIFICA S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

5.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

5.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 16

considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame (XC4) 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, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

$$\text{Combinazione Caratteristica (Rara)} \quad \delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto "C4.1.2.2.4.6 Verifica allo stato limite di fessurazione" della Circolare n.617/09.

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	17

6 SOFTWARE DI CALCOLO

Il codice di calcolo utilizzato per l'analisi del Sottovia è il software agli elementi finiti Midas Civil 2021 versione 21.1 prodotto dalla «MIDAS Information Technology Co., Ltd.». Il pacchetto software comprende pre – post processore grafico interattivo destinato all'input della geometria di base ed alla manipolazione dei risultati di output ed un risolutore ad elementi finiti in campo lineare e non lineare; il medesimo solutore è impiegato per le analisi effettuate nello studio della fase sismica e per le verifiche di resistenza dei elementi strutturali.

Per le verifiche delle sezioni in c.a., si impiega sempre il software di calcolo Midas Civil.

Il programma consente la verifica di sezioni in cemento armato, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata, sia allo Stato Limite Ultimo che allo Stato Limite di Esercizio .

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze: m
- forze: kN
- masse: kN massa
- temperature: gradi centigradi
- angoli: gradi sessadecimali o radianti
- si assume l'uguaglianza 1 kN = 100 kg

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

7 SOTTOPASSO SCATOLARE 5.00 X 4.50 M

La dimensione interna è di 5.00 m e l'altezza interna pari a 4.50 m, con soletta superiore di spessore 0.60 m, piedritti di spessore 1.40 m e soletta inferiore di spessore 0.80 m.

Nel seguito verrà esaminata una striscia di scatolare avente lunghezza di 1.00 m. In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.

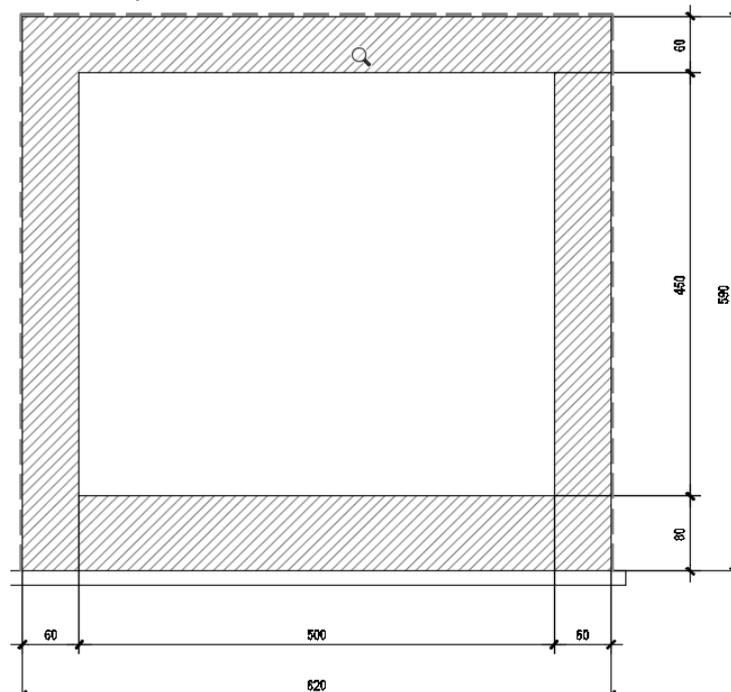


Fig. 4 – Geometria dell'opera

DATI GEOMETRICI			
Grandezza	Simbolo	Valore	U.M.
Larghezza totale	Ltot	6.20	m
Larghezza utile	Lint	5.00	m
Larghezza interasse	La	5.60	m
Spessore soletta superiore	Ss	0.60	m
Spessore piedritti	Sp	0.60	m
Spessore fondazione	Sf	0.80	m
Altezza totale	Htot	5.90	m
Altezza libera	Hint	4.50	m
Altezza interasse	Ha	5.20	m
Spessore medio del ballast (armamento ferroviario)	Hb	0.91	m
Spessore pavimentazione stradale interna		0.95-1.10	m

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										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 19

7.1 MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello del telaio chiuso su letto di molle alla Winkler.

Il modello considerato per l'analisi è quello di uno scatolare di profondità unitaria (1.00m) soggetto alle azioni da traffico di norma e quelle permanenti. In corrispondenza dei vertici dello scatolare sono state inserite delle zone rigide pari a metà spessore degli elementi.

Nella modellazione vengono impiegati elementi finiti di tipo trave a 6 GL, che ovviamente nell'analisi 2D condotta (telaio piano) si riducono a 3. Ai suddetti elementi sono assegnate le caratteristiche inerziali della struttura reale derivanti dalle proprietà dei materiali e dalla geometria della sezione.

La geometria del modello ricalca la linea baricentrica degli elementi costituenti l'opera (modello in asse), pertanto alle intersezioni delle aste viene applicato un offset rigido che tiene conto delle dimensioni effettive delle sezioni degli elementi, in modo da tener conto delle effettive luci della struttura.

Il terreno di fondazione è stato modellato utilizzando la schematizzazione alla Winkler con un opportuno coefficiente di sottofondo.

Di seguito si riporta lo schema di calcolo.

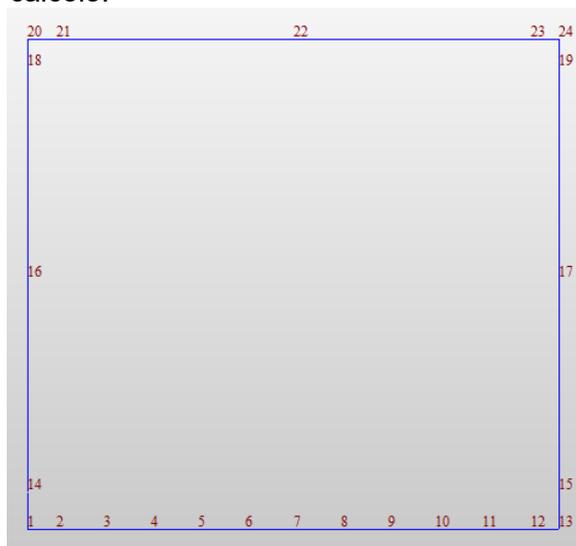


Fig. 5 – Numerazione dei nodi nel modello strutturale

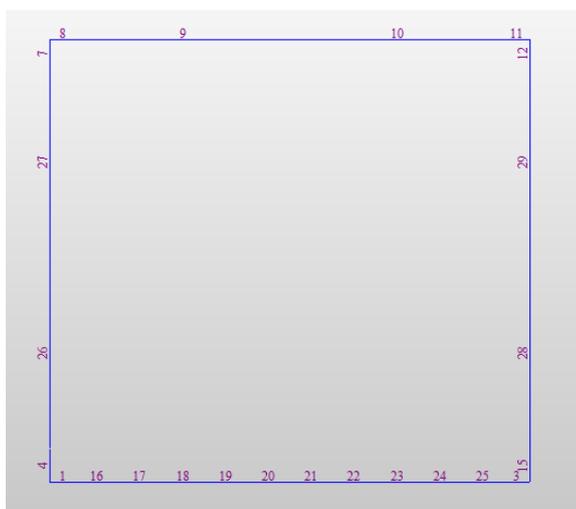


Fig. 6 – Numerazione dei frame nel modello strutturale

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

7.2 ANALISI DEI CARICHI

7.2.1 Peso proprio della struttura (DEAD)

Il peso proprio delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il c.a. $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$. Il peso proprio viene automaticamente calcolato dal programma in base alle dimensioni delle sezioni degli elementi.

7.2.2 Carichi permanenti portati (PERM)

Sul solettone superiore si considera uno spessore di ballast compresa la traversina pari a $s_{ball} = 0.95\text{m}$ con peso di unità di volume $\gamma_{ball} = 22.00 \text{ kN/m}^3$ (PERM).

$$q = s_{ball} \times \gamma_{ball} = 0.95 \times 22.00 = 20.95 \text{ kN/m}$$

Oltre viene aggiunta, come carico concentrato nei nodi 20 e 24, la parte di spinta del ballast esercitata su 1/2 spessore della piedritti.

$$Q = q \times S_p / 2 = 20.95 \times 0.6 / 2 = 6.29 \text{ kN}$$

Inoltre, sul solettone inferiore si considera uno spessore pavimentazione variabile a $s_{pav} = 0.97\text{-}1.10 \text{ m}$ con peso di unità di volume $\gamma_{ball} = 22.00 \text{ kN/m}^3$ (PERM).

$$q = s_{pav} \times \gamma_{ball} = (0.97\text{-}1.10) \times 22 = 21.34 \text{ - } 24.2 \text{ kN/m}$$

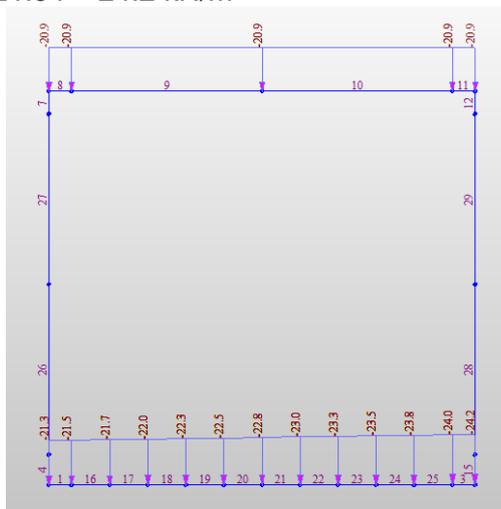


Fig. 7 – Carichi distribuiti verticali permanenti (PERM)

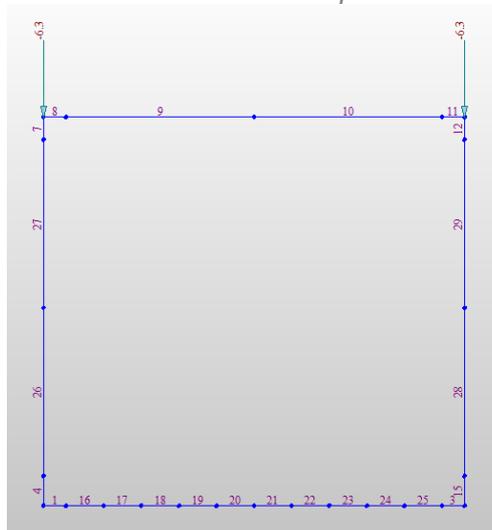


Fig. 8 – Carichi puntuali verticali permanenti (PERM)

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										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 21

7.2.3 Spinta sui piedritti dovuta al terreno (STD, STS)

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito $\varphi = 35^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidezza dello scatolare, utilizzando la formula

$$K_o = 1 - \sin\varphi' = 0.426$$

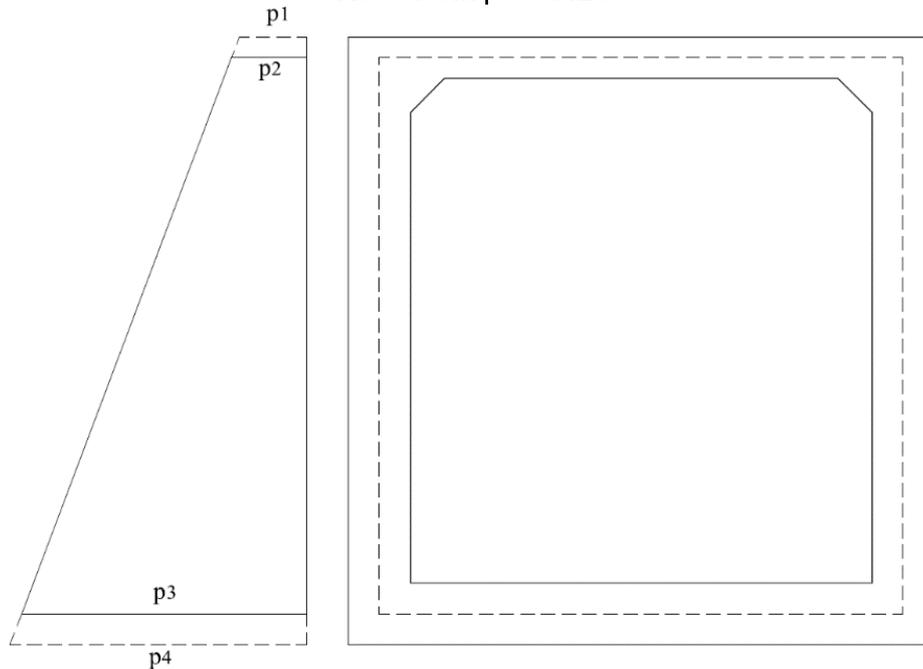


Fig. 9 – Spinta del terreno

Cond. STR				
$p_1 =$	7.30	kN/m	Pressione estradosso soletta superiore	
$p_2 =$	10.70	kN/m	Pressione in asse soletta superiore	
$p_3 =$	55.00	kN/m	Pressione in asse soletta inferiore	
$p_4 =$	58.40	kN/m	Pressione intradosso soletta inferiore	

In più, viene aggiunto, come carico concentrato nei nodi di estremità del piedritto la parte di spinta del terreno esercitata su metà spessore della soletta superiore e quello agente su metà spessore della soletta inferiore.

Carico concentrato sui nodi 1,13,20 e 24				
Nodi sup.	$1/2 * (p_1 + p_2) * S_s/2$	2.70	kN	Spinta semispessore soletta superiore
Nodi inf.	$1/2 * (p_3 + p_4) * S_f/2$	22.7	kN	Spinta semispessore soletta inferiore

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	22

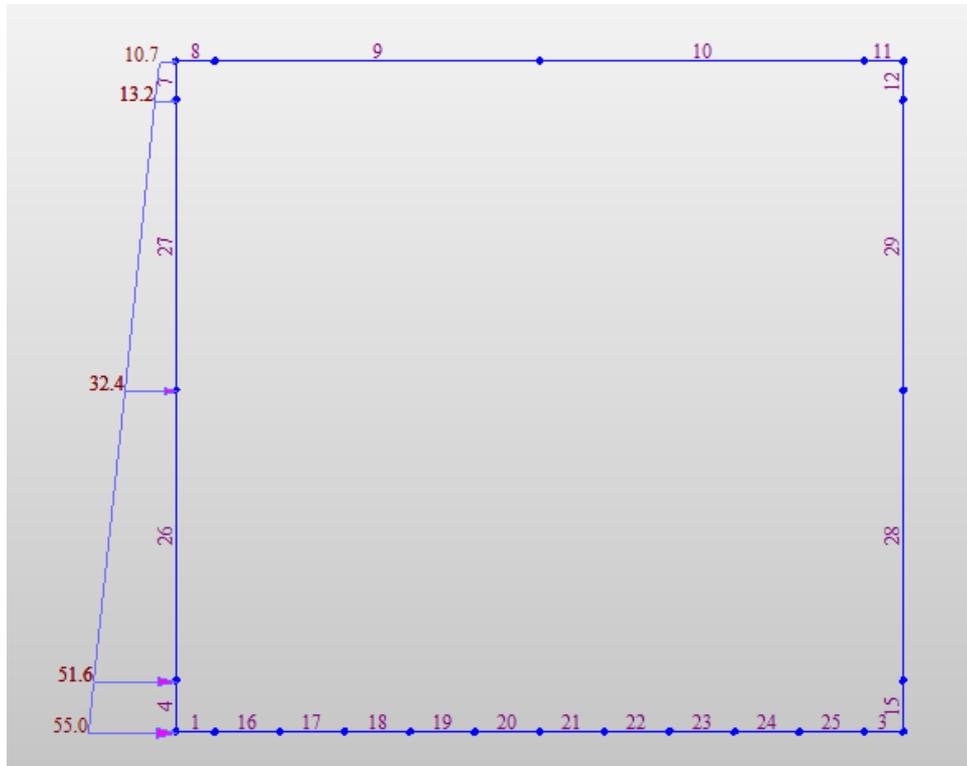


Fig. 10 – Applicazione Spinta terreno (simile per piedritto destro) (STS, STD)

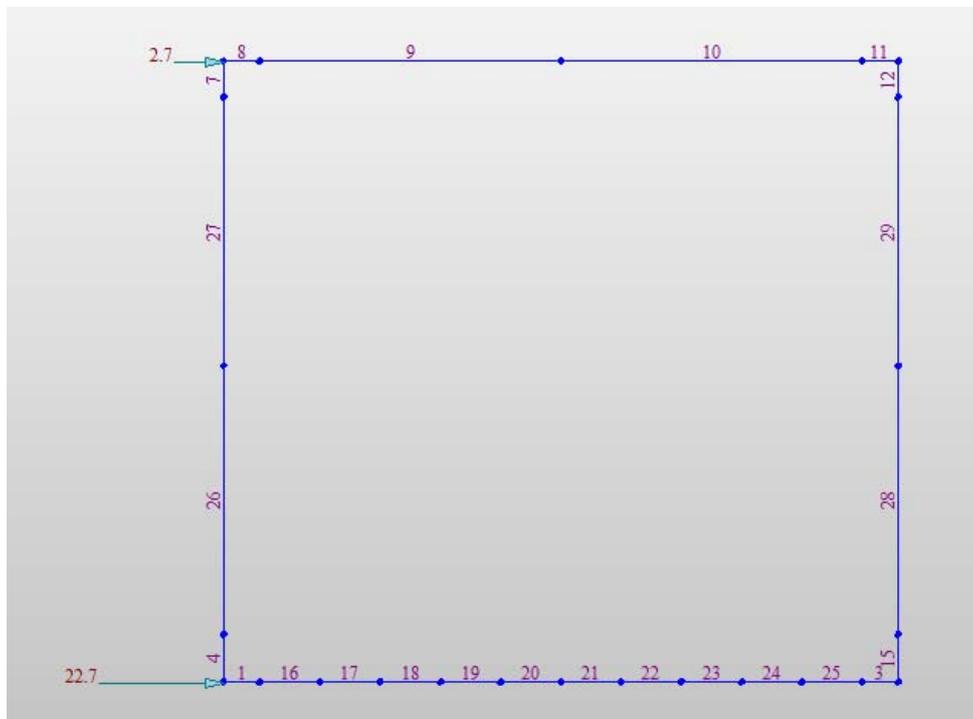


Fig. 11 – Applicazione carico concentrato sul piedritto sinistro (simile per piedritto destro) (STS, STD)

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	23

7.2.4 Spinta in presenza di falda (FALDA)

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma_a = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

$$u = \gamma_w \cdot z$$

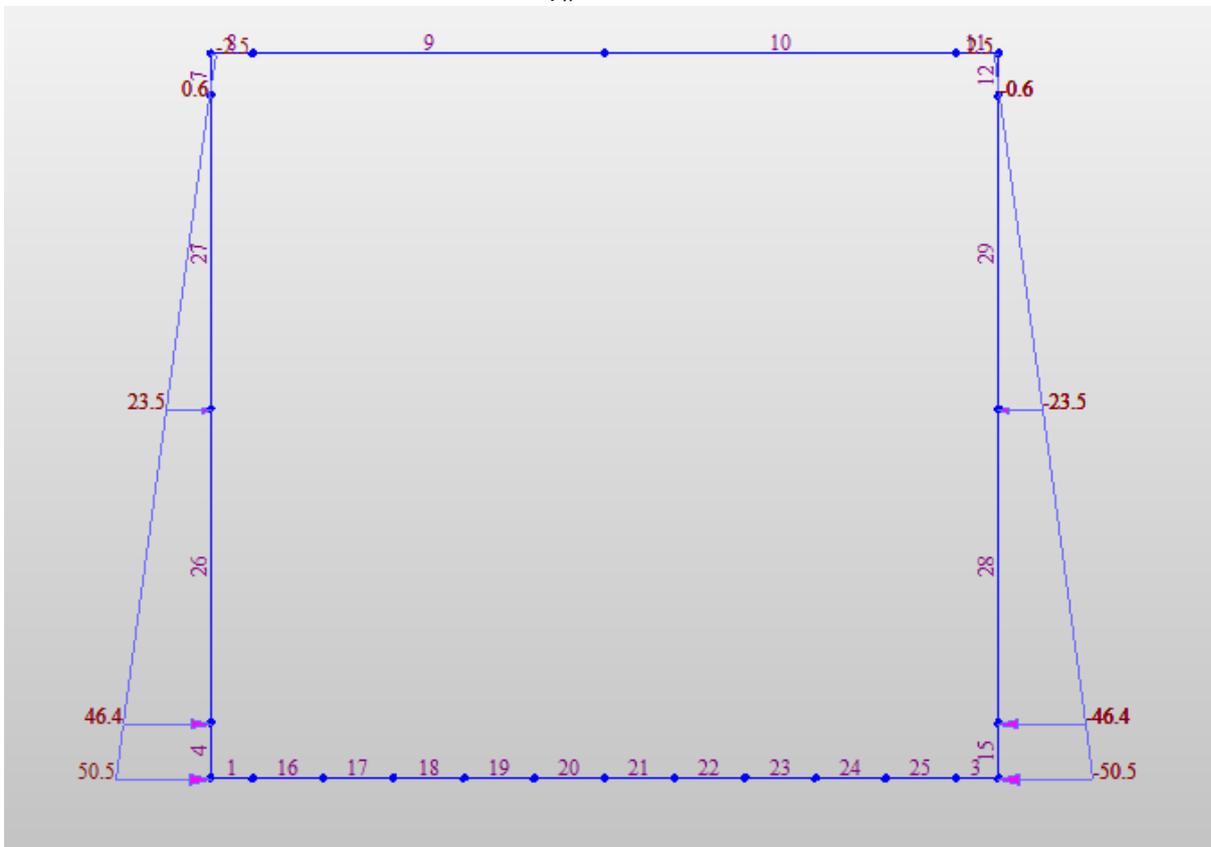
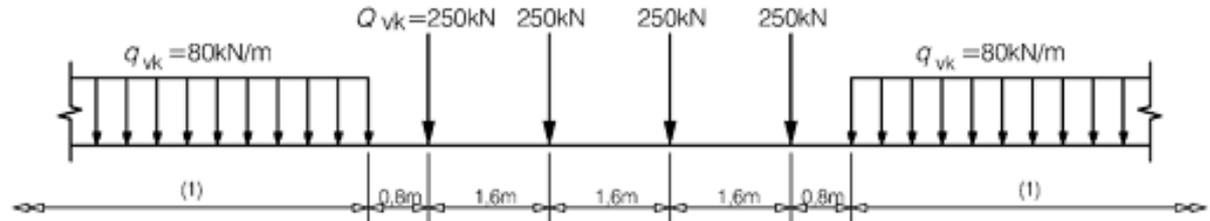


Fig. 12 – Diagramma delle pressioni di falda.

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

7.2.5 Treni di carico

Treno di carico LM71



Key
(I) No limitation

Fig. 13 – Modello di carico LM71 (al punto 6.3.2. della norma EN 1991-2:2003)

α = coefficiente di adattamento = 1.10

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si fa riferimento al "Manuale di Progettazione delle Opere Civili"
Considerando un ridotto standard manutentivo si ha:

$$L_{\Phi} = 1.3 * \left[\frac{2 * H_{tot} + L_{tot}}{3} \right]$$

$$1.00 \leq \Phi_3 = 0.9 * \left[\frac{2.16}{\sqrt{L_{\Phi}} - 0.20} + 0.73 \right] \leq 2.00$$

$\Phi_3 =$	1.350	
L_{Φ}	7.80	m

Il sovraccarico ferroviario si distribuisce attraverso il ricoprimento con la pendenza di 1/4 e con la pendenza a 45° all'interno del cls per cui la lunghezza di diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario risulta pari a:

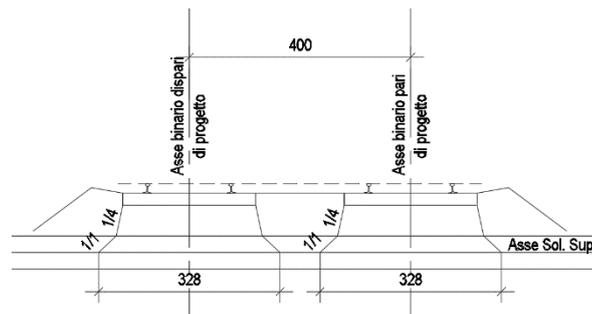


Fig. 14 – Diffusione del carico in senso trasversale

Nel caso in esame la diffusione trasversale del carico ferroviario interessa una larghezza pari a:

Diffusione del carico in senso trasversale	
$L_d = L_t + \left(\left[\frac{H_b - H_{tb}}{4} + H_r * \frac{2}{3} + S_s/2 \right] * 2 \right)$	3.28 m

dove L_t indica la lunghezza della traversa pari a 2,40 m.

In senso longitudinale si è assunto che il carico si distribuisce sull'intero ingombro dei suoi assi, pari a $L_{long} = 6,40$ m.

Pertanto il carico ripartito dovuto al singolo treno LM 71 risulta:

Carico ripartito prodotto dalle forze concentrate	
$Q_{vk} = (4 * 250 / 6.40) * \alpha * \Phi_3 / L_d$	70.74 kN/m ²
Carico ripartito prodotto dal carico distribuito	
$q_{vk} = (80 * \alpha * \Phi_3) / L_d$	36.22 kN/m ²

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	25

Le distribuzioni del sovraccarico ferroviario considerate al di sopra della copertura, sono quelle in grado di massimizzare le sollecitazioni flettenti e taglianti.

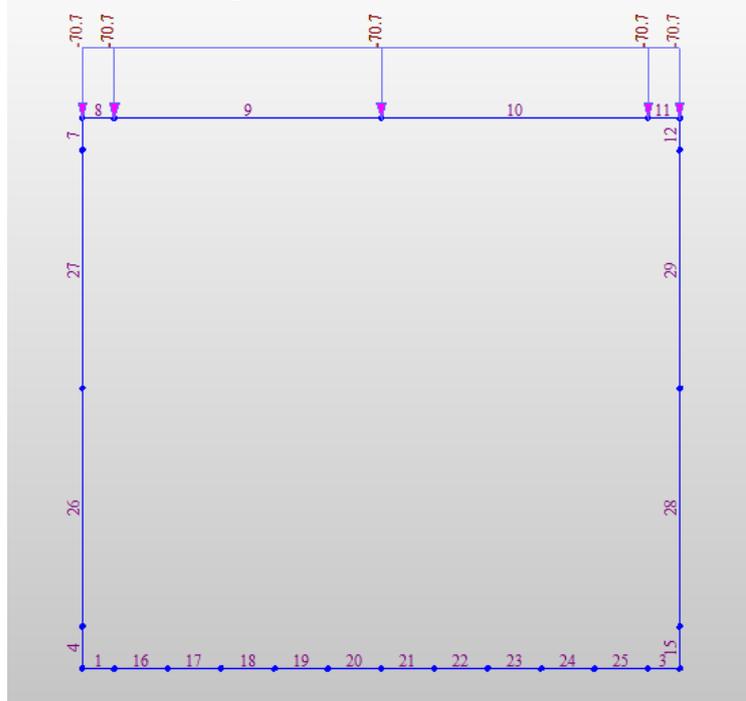


Fig. 15 – Carico LM71; condizione per massimizzare il momento flettente

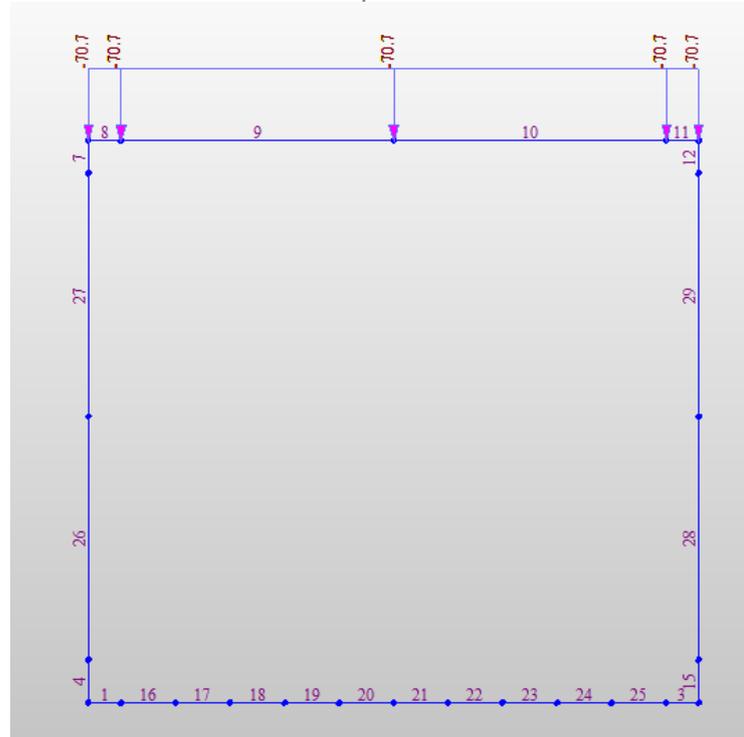


Fig. 16 – Carico LM71; condizione per massimizzare il taglio

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

7.2.6 Spinta del terreno indotta dai treni di carico (SAS, SAD)

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito $\varphi = 35^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidità dello scatolare, utilizzando la formula $K_0 = 1 - \sin\varphi'$, per cui si ottiene un valore di $K_0 = 0.426$. La pressione del terreno sui piedritti ed indotta dai treni di carico viaggianti su due linee adiacenti verrà calcolata secondo la formula $P = q * K_0$

Carico distribuito (80 kN/m)-SAS , SAD	
$q_h = (80 * \alpha / L_d) * K_0$	11.40 kN/m

Inoltre, vengono aggiunte, come carichi concentrati nei nodi 1,13,20 e 24 le seguenti forze, derivante dalla parte di spinta agente su metà spessore della soletta:

Nodi sup.&inf (SASX , SADX) sui nodi 1,13, 20 e 24	
$Q_h * S_s / 2$	3.40 kN
$Q_h * S_s / 2$	4.60 kN

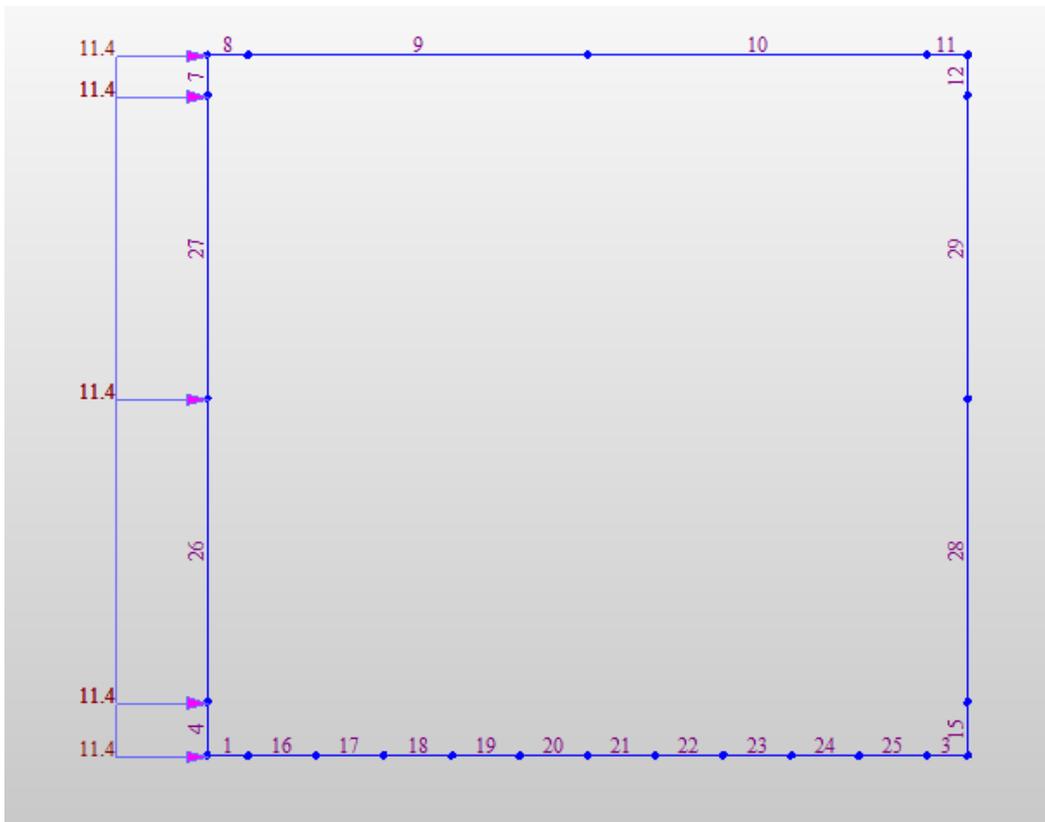


Fig. 17 – Spinta carico accidentale distribuito nel piedritto sinistro (simile per il piedritto destro) (SAS, SAD)

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	27

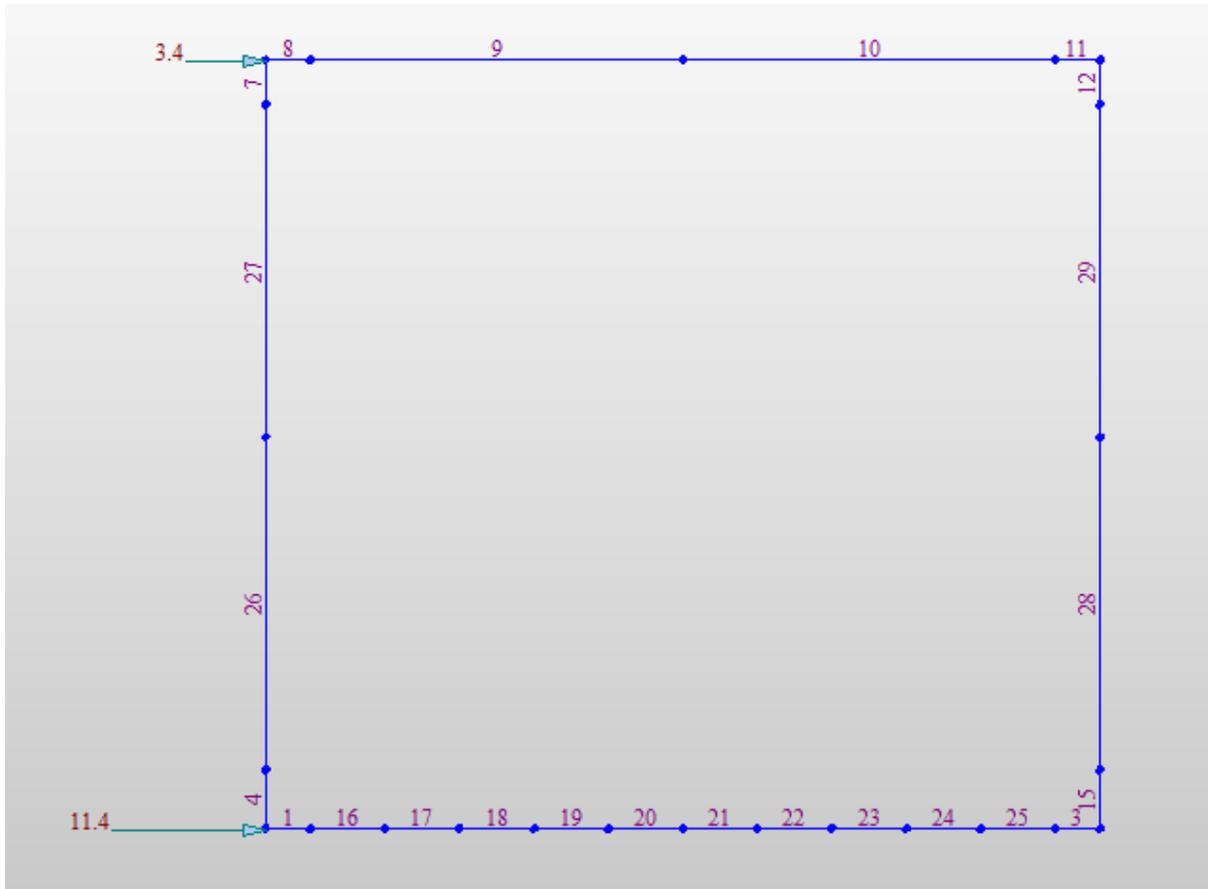


Fig. 18 – Spinta carico accidentale puntuale nel piedritto sinistro (simile per piedritto destro) (SAS, SAD)

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

7.2.7 Spinta del terreno indotta dai treni di carica she massimizzano le spinte (SASXLM71)

Carico distribuito (4*250/6.40 kN/m)-SASXLM71	
$Q_h = [4 * 250 * \alpha / (L_d * 6.40)] * K_0$	22.30 kN/m

Inoltre, vengono aggiunte, come carichi concentrati nei nodi 1 e 20 le seguenti forze, derivante dalla parte di spinta agente su metà spessore della soletta:

Nodi sup.&inf (SASXLM71) sui nodi 1e 20	
$Q_h * S_i / 2$	6.70 kN
$Q_h * S_i / 2$	8.90 kN

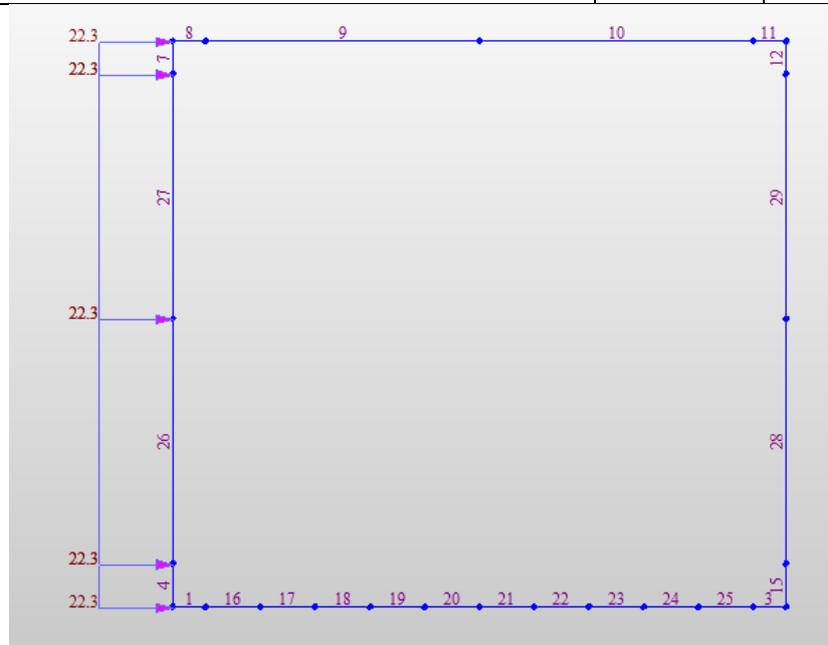


Fig. 19 – Spinta carico accidentale distribuito nel piedritto sinistro (SASXLM71)

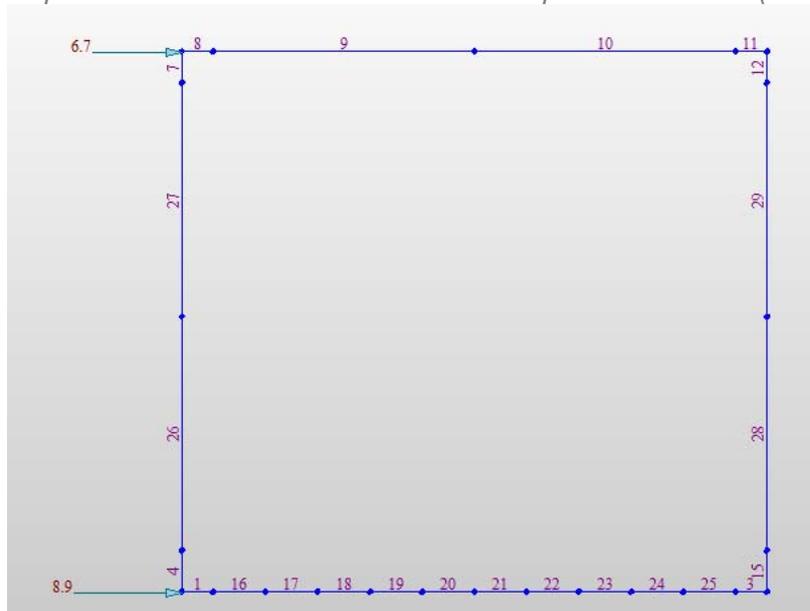


Fig. 20 – Spinta carico accidentale puntuale nel piedritto sinistro (SASXLM71)

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										
	SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B

7.2.8 Avviamento e frenatura (AVV)

avviamento: $Q_{lak} = 33 \text{ [kN/m]} * L[m] < 1000 \text{ kN}$ per modelli di carico LM 71 e SW/0 e SW/2
frenatura: $Q_{lbk} = 20 \text{ [kN/m]} * L[m] < 6000 \text{ kN}$ per modelli di carico LM 71 e SW/0
 $Q_{lbk} = 35 \text{ [kN/m]} * L[m]$ per modelli di carico SW/2

La forza di frenatura, per metro lineare, applicata alla soletta di copertura si ritiene uniformemente agente sulla larghezza ottenuta per diffusione dei carichi verticali con inclinazione 1/4 nello spessore del ballast e 45° nello spessore della soletta e vale:

A_w	33	kN/m
$Q_{Av} = A_w / L_d$	11.07	kN/m

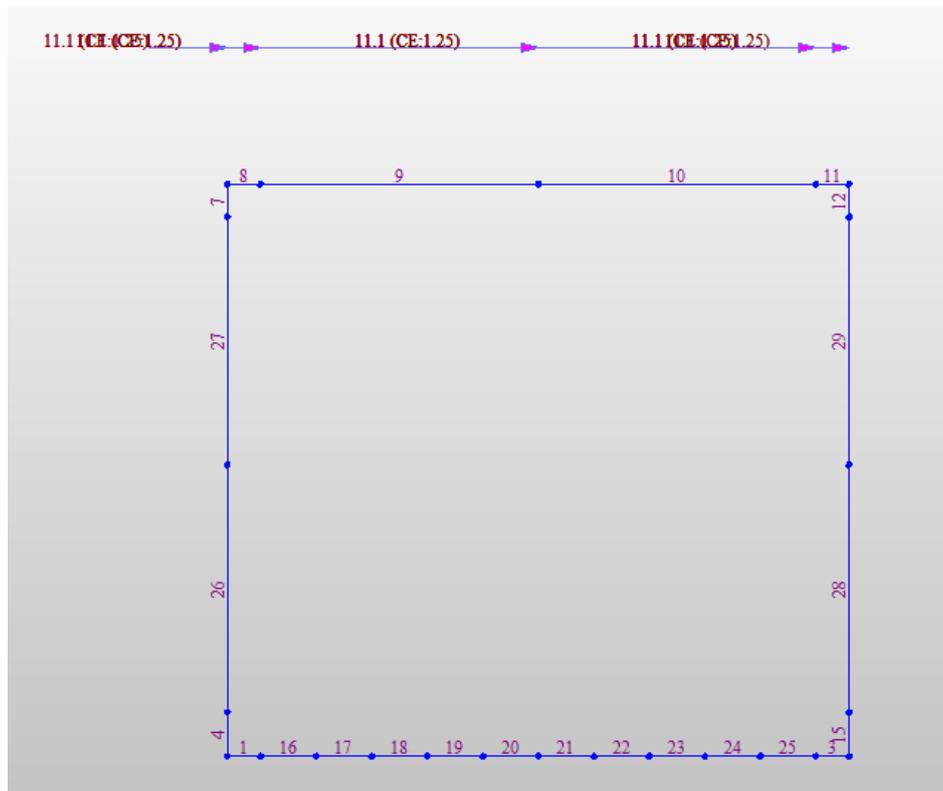


Fig. 21 – Applicazione dell'avviamento/frenatura

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

7.2.9 Carichi variabili sulla platea di fondazione (TRAF)

In conformità alla normativa di riferimento (N.T.C.2018 §5.1.3.3), si prendono in considerazione i carichi mobili per ponti di 1° categoria come nella figura seguente:

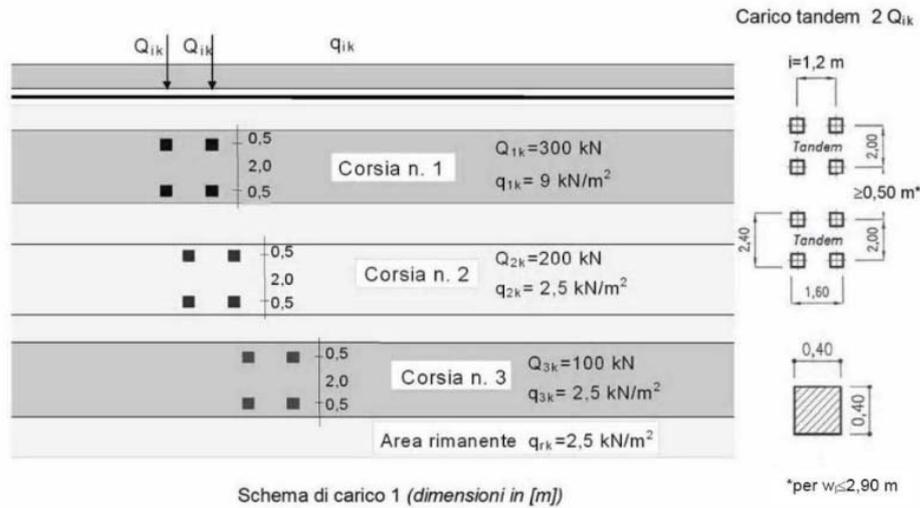


Fig. 22 – NTC18-schema di carico 1

Sulla fondazione della struttura si applica un carico uniformemente distribuito dovuto al traffico stradale. Il valore del carico viene definito dopo la distribuzione dei carichi tandem sul rilevato stradale presente tra i muri laterali, al quale si aggiunge anche la parte del carico distribuito di 9 kN/m².

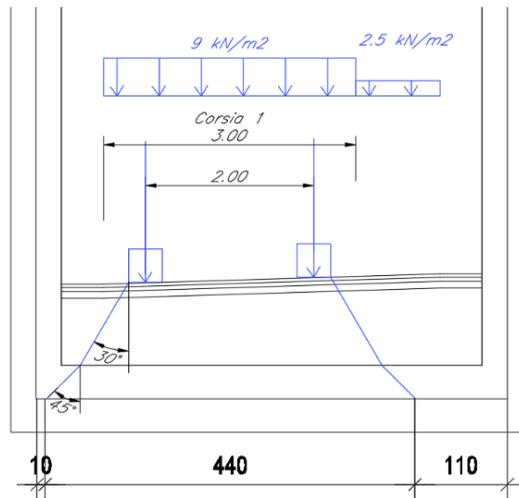


Fig. 23 – Schema di distribuzione del carico mobile considerate

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	31

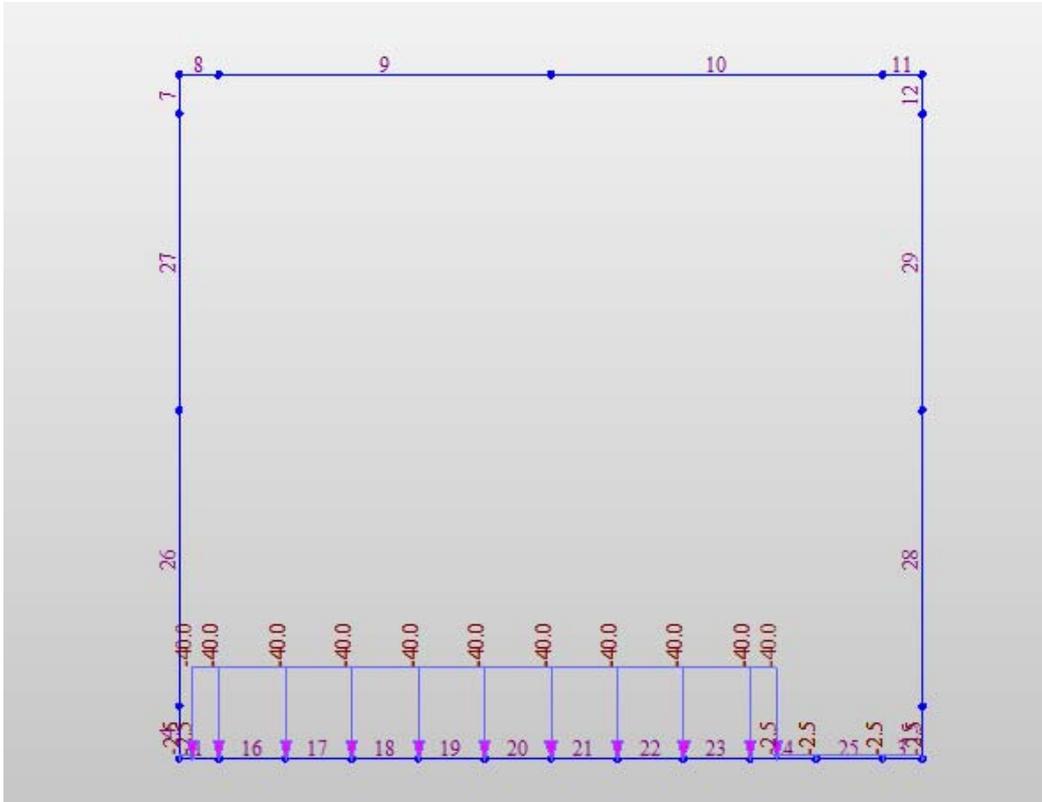


Fig. 24 – Carichi variabili sulla soletta di fondazione in MIDAS (TRAF)

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										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 32

7.2.10 Ritiro differenziale della soletta di copertura

Si considera una variazione termica uniforme equivalente sulla soletta superiore come da calcolo seguente. Il calcolo viene condotto secondo le indicazioni dell'EUROCODICE 2-UNI EN1992-1-1 Novembre 2005 e DM 17-01-2018

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

ClS a t=0

$f_{ck} =$	32 Mpa
$f_{cm} =$	40 MPa
$\alpha =$	0.00001
$E_{cm} =$	33345764 kN/m ²
cls tipo =	R
k =	1 coef. di correzione di E_{cm}

$$E_{cm} = 33345764 \text{ kN/m}^2$$

Tempo e ambiente

$t_s =$	2 gg	età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento
$t_o =$	2 gg	età del calcestruzzo in giorni al momento del carico
$t =$	25550 gg	età del calcestruzzo in giorni
$h_o = 2A_c/u =$	1200 mm	dimensione fittizia dell'elemento di cls
$A_c =$	600000 mmq	sezione dell'elemento
$u =$	1000 mm	perimetro a contatto con l'atmosfera
$RH =$	80 %	umidità relativa percentuale

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_o)$ e modulo elastico E_{ct} a tempo "t"

$$\phi(t, t_o) = \phi_o \beta_c(t, t_o) = 1.981$$

$$\phi_o = \phi_{RH} \beta_{\chi}(f_{cm}) \beta_{\chi}(t_o) = 2.013 \text{ coefficiente nominale di viscosità}$$

$$\phi_{RH} = 1 + \left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_o}} \alpha_1 \right] \alpha_2 = 1.167 \text{ coefficiente che tiene conto dell'umidità}$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.911 \text{ coeff. per la resistenza del cls}$$

$$\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.974 \text{ coeff. per la resistenza del cls}$$

$$\beta_c(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.656313 \text{ coefficiente che tiene conto della resistenza del cls}$$

$$\beta_c(t_o) = \frac{1}{(0.1 + t_o^{0.20})} = 0.649 \text{ coefficiente per l'evoluzione della viscosità nel tempo}$$

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	33

$$t_0 = t_0 \left(\frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 =$$

6.19 tempo t_0 corretto in funzione della tipologia di cemento

$\alpha =$

1

coefficiente per il tipo di cemento (-1 per Classe S, 0 per Classe N, 1 per Classe R)

S	-1
N	0
R	1

$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3} =$$

0.984

coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo

$$\beta_H = 1.5 \left[1 + (0.012 \cdot RH)^{18} \right] h_0 + 250 \cdot \alpha_3 \leq 1500 \cdot \alpha_3 =$$

1403.1

coefficiente che tiene conto dell'umidità relativa

$$\alpha_3 = \begin{cases} (35 / f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{MPa} \end{cases} =$$

0.935

coeff. per la resistenza del calcestruzzo

Il modulo elastico al tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} =$$

11454290 kN/m²

Deformazione di Ritiro

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{cd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) =$$

0.000262 deformazione di ritiro $\varepsilon(t, t_0)$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_2) K_b \varepsilon_{cd,0} =$$

0.000207 deformazione dovuta al ritiro per essiccamento

$$\beta_{ds}(t, t_2) = \left[\frac{(t - t_2)}{(t - t_2) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] =$$

0.811705

$K_h =$

0.7

parametro che dipende da h_0 secondo il prospetto seguente

Valori di K_h

h_0	K_h
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥ 500	0,70

Valori di K_h intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare.

$$\varepsilon_{cd,0} = 0.85 \left[(220 + 110 \alpha_{ds1}) \cdot \exp(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}) \right] 10^{-6} \beta_{RH} =$$

0.000364 deformazione di base

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0} \right)^3 \right] =$$

0.7564

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	34

$$t_0 = t_0 \left(\frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 =$$

6.19 tempo t_0 corretto in funzione della tipologia di cemento

$\alpha =$

1

coefficiente per il tipo di cemento (-1 per Classe S, 0 per Classe N, 1 per Classe R)

S	-1
N	0
R	1

$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3} =$$

0.984

coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo

$$\beta_H = 1.5 \left[1 + (0.012 \cdot RH)^{18} \right] h_0 + 250 \cdot \alpha_3 \leq 1500 \cdot \alpha_3 =$$

1403.1

coefficiente che tiene conto dell'umidità relativa

$$\alpha_3 = \begin{cases} (35 / f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{MPa} \end{cases} =$$

0.935

coeff. per la resistenza del calcestruzzo

Il modulo elastico al tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} =$$

11186420 kN/m²

Deformazione di Ritiro

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{ca}(t) + \varepsilon_{ca}(t) =$$

0.000294 deformazione di ritiro $\varepsilon(t, t_0)$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) K_b \varepsilon_{ca,0} =$$

0.000239 deformazione dovuta al ritiro per essiccamento

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \left[\frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] =$$

0.938893

$K_h =$

0.7

parametro che dipende da h_0 secondo il prospetto seguente

Valori di K_h

h_0	K_h
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥ 500	0,70

Valori di K_h intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare.

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	35

$$\varepsilon_{cd,0} = 0.85 \left[(220 + 110\alpha_{ds1}) \cdot \exp\left(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}\right) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = \quad 0.000364 \text{ deformazione di base}$$

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0} \right)^3 \right] = \quad 0.7564$$

$$f_{cm0} = \quad 10 \text{ MPa}$$

$$RH0 = \quad 100 \%$$

$$\alpha_{ds1} = \quad 6$$

coefficiente per il tipo di cemento (3 per Classe S, 4 per Classe N, 6 per Classe R)

$$\alpha_{ds2} = \quad 0.11$$

coefficiente per il tipo di cemento (0.13 per Classe S, 0.12 per Classe N, 0.11 per Classe R)

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{at}(t) \varepsilon_{ca00} = \quad 0.000055 \text{ deformazione dovuta al ritiro autogeno}$$

$$\beta_{at}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) = \quad 1$$

$$\varepsilon_{ca00} = 2.5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = \quad 0.000055$$

Variatione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{ritiro} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) \cdot E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) \cdot E_{cm} \cdot \alpha} = \quad -9.88 \text{ } ^\circ\text{C}$$

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura.

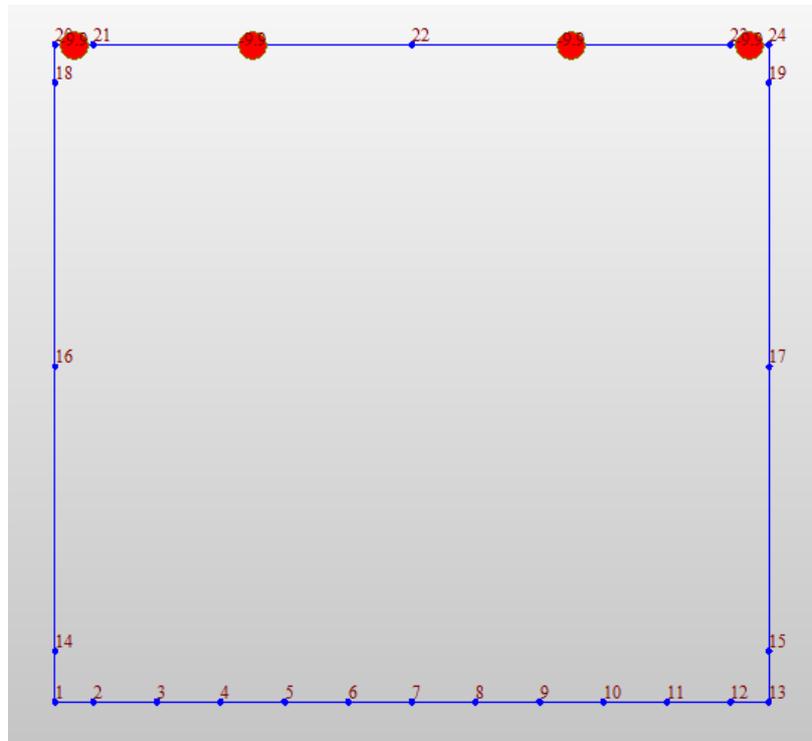


Fig. 25 – Ritiro

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

7.2.11 Azioni indotte dalle variazioni termiche (ΔT)

La variazione termica uniforme applicata alla soletta di copertura è pari a $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$.

La variazione termica a farfalla applicata alla soletta di copertura è pari a $\Delta T = \pm 5^\circ\text{C}$.

L'azione è applicata alla soletta superiore dello scatolare.

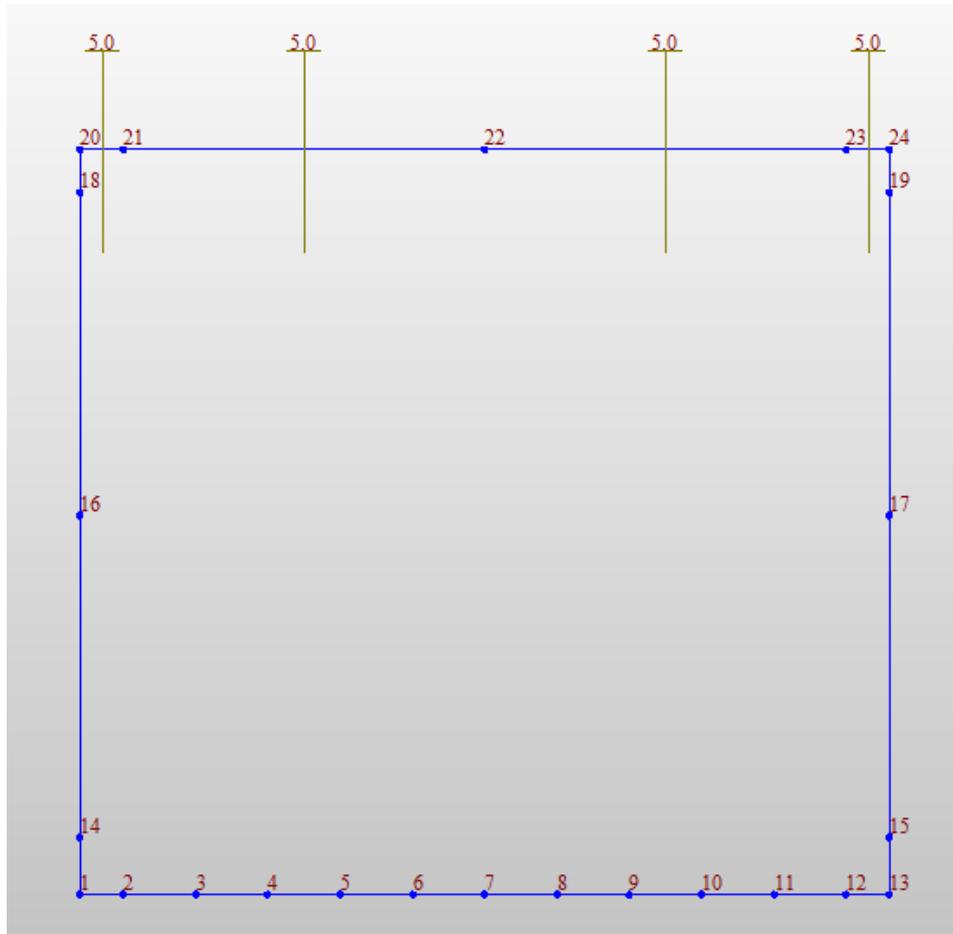


Fig. 26 – ΔT

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 37

7.3 AZIONE SISMICA

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell' analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni: $k_h = a_{max}/g$

$k_v = \pm 0.5 * k_h$

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 17/01/2018 viene assegnata all'opera una vita nominale $V_N \geq 75$ anni ed una III classe d'uso $C_u = 1.5$; segue un periodo di riferimento $V_R = V_N * C_u = 113$ anni

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a $a_g = 0.224 g$.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$

dove assumendo un terreno di tipo C ed in base al fattore di amplificazione del sito F_o si ottiene:

$S_s = 1.37$ Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T = 1$ Coefficiente di amplificazione topografica

ne deriva che:

$a_{max} = 1.37 * 1 * 0.224 g = 0.307 g$

$k_h = a_{max}/g = 0.307$

$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.153$

7.3.1 Sovrappinta sismica del terreno(SISX)

Le spinte delle terre potranno essere determinate secondo la teoria di Wood. secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinato con la seguente espressione:

$\Delta S_E = (a_{max}/g) * \gamma * H_{tot}^2 = 31.88 kN/m$

Tale risultante applicata ad un'altezza pari ad $H_{tot}/2$.sarà considerata agente su uno solo dei piedritti dell'opera.

Inoltre, vengono aggiunte, come carichi concentrati nei nodi 1 e 20 le seguenti forze, derivante dalla parte di spinta agente su metà spessore della soletta:

Nodi sup.&inf (SISX) sui nodi 1 e 20		
$Q_h * S_s / 2$	9.60	kN
$Q_h * S_s / 2$	12.80	kN

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	38

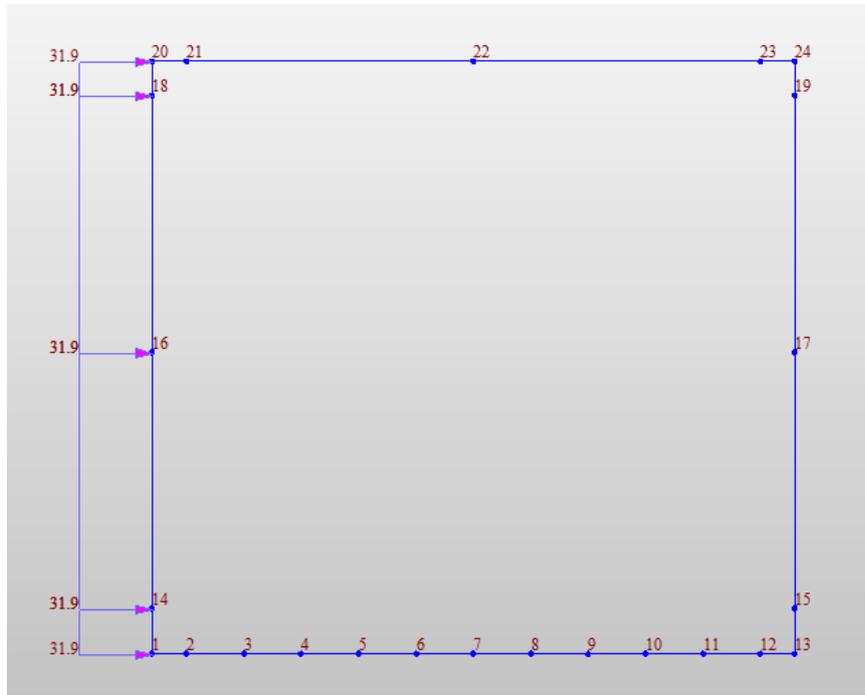


Fig. 27 – Sovrappinta sismica distribuite

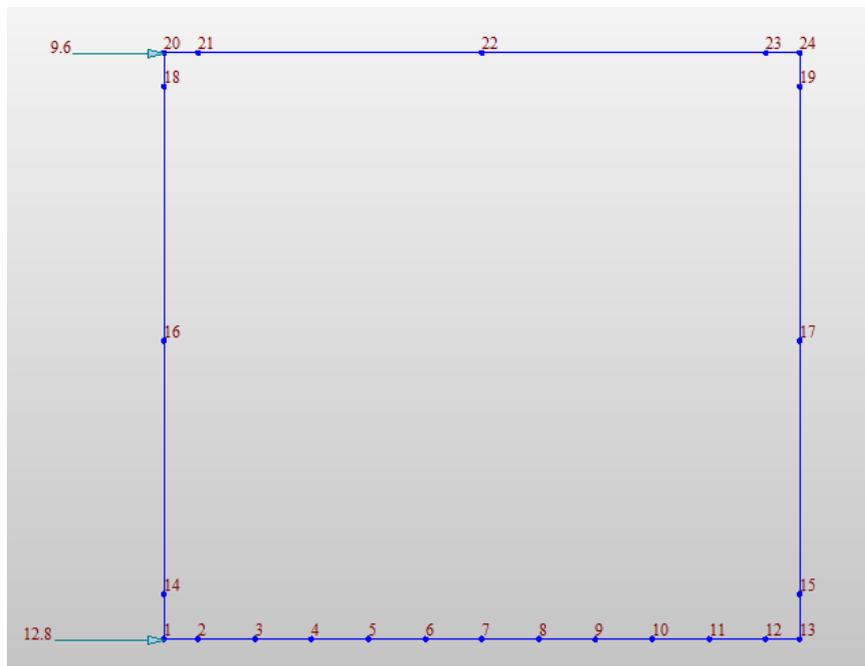


Fig. 28 – Sovrappinta sismica concentrati nei node

7.3.2 Forze inerziali (INERZIEH e SISVER)

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti, di cui la componente verticale è considerata agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli. Le masse sismiche sono valutate considerando le azioni dovute al carico ferroviario con coefficiente pari a 0.20

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	39

Forze d'inerzia orizzontali sullo scatolare e sul terreno di ricoprimento della soletta SLV

$F_{o,ballast+ricop+mass} =$	\pm	6.42	kN/m ²
$F_{o,soletta} =$	\pm	4.60	kN/m ²
$F_{o,montante} =$	\pm	4.60	kN/m ²
$F_{o,treno} =$	\pm	22.03	kN/m ²
$F_{o,solettasup,tot} =$	\pm	15.43	kN/m ²

Dove : $F_{o,solettasup,tot} = F_{o,ballast+ricop+mass} + F_{o,soletta} + 0.2 * F_{o,treno}$

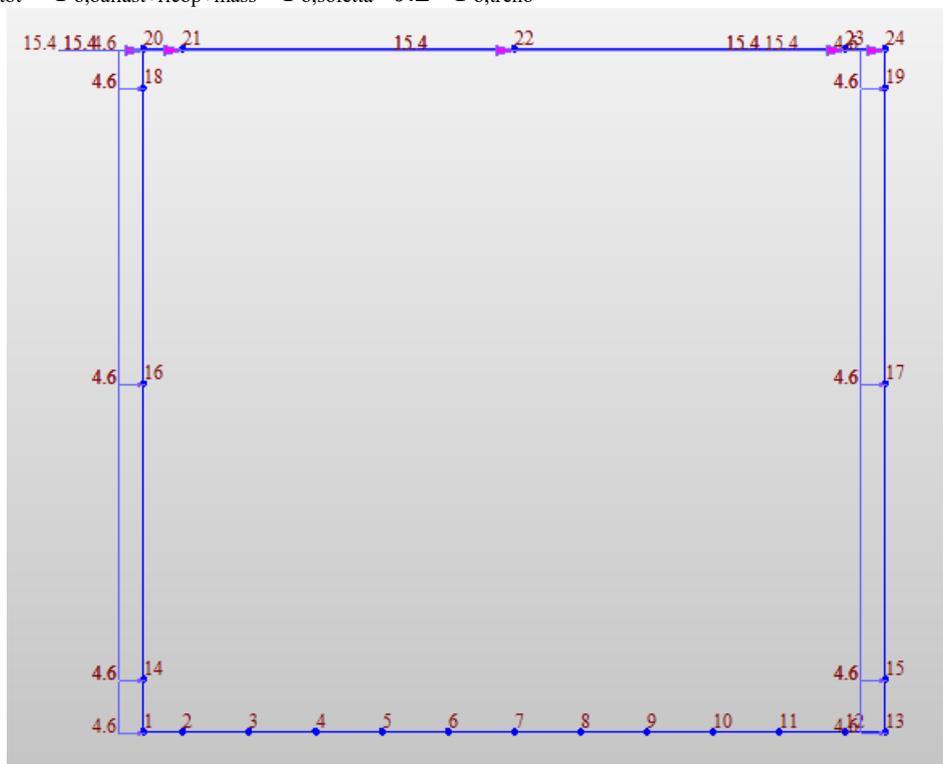


Fig. 29 – INERZIEH

Forze d'inerzia verticali sullo scatolare e sul terreno di ricoprimento della soletta SLV

$F_{v,treno} =$	\pm	11.01	kN/m ²
$F_{v,ballast+ricop+mass} =$	\pm	5.42	kN/m ²
$F_{v,solettasup} =$	\pm	2.30	kN/m ²
$F_{v,pav+ricop\ di\ sol.\ inf} =$	\pm	4.60	kN/m ²
$F_{v,solettainf} =$	\pm	3.07	kN/m ²
$F_{v,solettasup,tot} =$	\pm	9.92	kN/m ²
$F_{v,montante} =$	\pm	2.30	kN/m ²
$F_{v,solettainf,tot} =$	\pm	7.66	kN/m ²

Dove : $F_{v,solettasup,tot} = F_{v,ballast+ricop+mass} + F_{v,soletta} + 0.2 * F_{v,treno}$;

$F_{v,solettainf,tot} = F_{v,pav+ricop\ di\ sol.\ inf} + F_{v,soletta\ inf}$

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	40

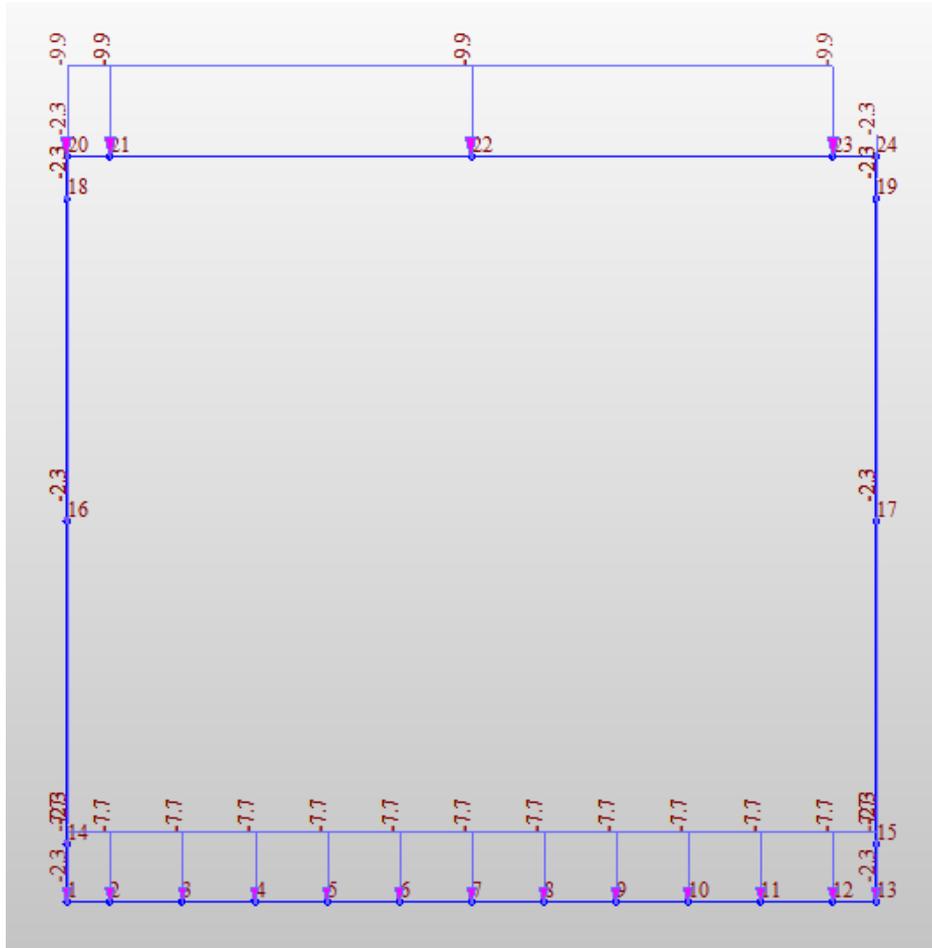


Fig. 30 – SISVER

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	41

8 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

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

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si è fatto riferimento alla combinazione A1 STR (Approccio 1 – Combinazione 1) per le verifiche strutturali ed A1 GEO (Approccio 1 – Combinazione 2) per le verifiche geotecniche.

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										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 42

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 17/01/2018)

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

(5) Aliquota di carico da traffico da considerare.

(6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(7) 1,20 per effetti locali

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni (da DM 17/01/2018)

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr ₁	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₂	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr ₃	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₄	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F _{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T _k	0,60	0,60	0,50

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 43

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente $\psi_2 = 0.2$ (punto 3.2.4 del DM 17/01/2018) coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

Tipo Carico	Abbreviazione
Peso proprio	DEAD
Carichi permanenti	PERM
Spinta terreno sinistra	STS
Spinta terreno destra	STD
Carico Ferroviario Centrato	TRM
Carico Ferroviario Laterale	TRV
Sovraccarico accidentale sinistra	SAS
Sovraccarico accidentale destra	SAD
Sovraccarico accidentale mass. spinte	SASXLM71
Traffico Stradale	TRAF
Ritiro	RIT
Variazione termica	ΔT
Avviamento e frenatura	AVV
Falda	FALDA
Sovraspinta sismica orizzontale	SISSX
Inerzia orizzontale	INERZIAH
Inerzia verticale	SISVER

Tabella 2 – Riepilogo condizioni di carico

Si riportano di seguito le combinazioni di carico ritenute più significative con i coefficienti di combinazione $\gamma \cdot \psi$. Essendo la struttura simmetrica, si adottano tipologie di combinazione asimmetriche in modo da massimizzare le sollecitazioni. Il dimensionamento delle armature e le verifiche strutturali verranno poi eseguite tenendo conto della simmetria e verificando le condizioni peggiori per ogni lato della struttura.

Si considerano, attraverso le combinazioni con carichi favorevoli/sfavorevoli, le spinte sbilanciate sui piedritti.

	DEAD	PERM	STS	STD	TRM	TRV	SAS	SAD	SASXLM1	TRAF	RIT	DT	AVV	FALDA
SLU-1	1.35	1.5	1.5	1.5	1.5	1.45	1.45	1.45		1.16	0.72	0.72	1.45	1.2
SLU-2	1.35	1.5	1.5	1.5	1.5	1.45	1.45	1.45		1.16		-0.72	1.45	1.2
SLU-3	1.35	1.5	1.5	1	1.45		1.45			1.16	0.72	0.72	1.45	1.2
SLU-4	1.35	1.5	1.5	1	1.45		1.45			1.16		-0.72	1.45	1.2
SLU-5	1.35	1.5	1.5	1		1.45	1.45			1.16	0.72	0.72	1.45	1.2
SLU-6	1.35	1.5	1.5	1		1.45	1.45			1.16		-0.72	1.45	1.2
SLU-7	1.35	1.5	1.5	1					1.45	1.16	0.72	0.72	1.16	1.2
SLU-8	1.35	1.5	1.5	1					1.45	1.16		-0.72	1.16	1.2
SLU-9	1.35	1.5	1	1.5	1.45			1.45		1.16	0.72	0.72	1.45	1.2
SLU-10	1.35	1.5	1	1.5	1.45			1.45		1.16		-0.72	1.45	1.2
SLU-11	1.35	1.5	1	1.5		1.45		1.45		1.16	0.72	0.72	1.45	1.2
SLU-12	1.35	1.5	1	1.5		1.45		1.45		1.16		-0.72	1.45	1.2
SLU-13	1.35	1.5	1.5	1.5		1.45	1.45	1.45		1.16	0.72	0.72	1.45	1.2
SLU-14	1.35	1.5	1.5	1.5		1.45	1.45	1.45		1.16		-0.72	1.45	1.2
SLU-15	1.35	1.5	1.5	1.5	1.16		1.16	1.16		1.45	0.72	0.72	1.16	1.2
SLU-16	1.35	1.5	1.5	1.5	1.16		1.16	1.16		1.45		-0.72	1.16	1.2
SLU-17	1.35	1.5	1.5	1.5	1.16		1.16	1.16		1.16	1.2	0.72	1.16	1.2
SLU-18	1.35	1.5	1.5	1.5	1.16		1.16	1.16		1.16	1.2	-0.72	1.16	1.2
SLU-19	1.35	1.5	1.5	1.5	1.16		1.16	1.16		1.16	0.72	1.2	1.16	1.2
SLU-20	1.35	1.5	1.5	1.5	1.16		1.16	1.16		1.16		-1.2	1.16	1.2

Tabella 3 - Combinazioni di carico – SLU

LINEA PESCARA – BARI

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

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	44

	DEAD	PERM	STS	STD	TRM	TRV	SAS	SAD	SASXLM1	TRAF	RIT	DT	AVV	FALDA
RARA-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.6	0.6	1	1
RARA-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8		-0.6	1	1
RARA-3	1	1	1	1	0.8		0.8	0.8		1	0.6	0.6	0.8	1
RARA-4	1	1	1	1	0.8		0.8	0.8		1		-0.6	0.8	1
RARA-5	1	1	1	1	0.8		0.8	0.8		0.8	1	0.6	0.8	1
RARA-6	1	1	1	1	0.8		0.8	0.8		0.8	1	-0.6	0.8	1
RARA-7	1	1	1	1	0.8		0.8	0.8		0.8	0.6	1	0.8	1
RARA-8	1	1	1	1	0.8		0.8	0.8		0.8		-1	0.8	1
RARA-9	1	1	1	1					1	0.8	0.6	0.6		1
RARA-10	1	1	1	1					1	0.8		-0.6		1

Tabella 4 - Combinazioni di carico – RARA

	DEAD	PERM	STS	STD	TRM	TRV	SAS	SAD	SASXLM1	TRAF	RIT	DT	AVV	FALDA	SISSX	INERZIAH	SISVER
SLV-1	1	1	1	1							0.5	0.5		1	1	1	0.3
SLV-2	1	1	1	1								-0.5		1	1	1	0.3
SLV-3	1	1	1	1							0.5	0.5		1	0.3	0.3	1
SLV-4	1	1	1	1								-0.5		1	0.3	0.3	1

Tabella 5 - Combinazioni di carico – SLV

FREQ1	1	1	1	1	0.8		0.8	0.8				0.5	0.5	0.8	1	
FREQ2	1	1	1	1	0.8		0.8	0.8					-0.5	0.8	1	
FREQ3	1	1	1	1			0.8	0.8	0.8				0.5	0.5	0.8	1
FREQ4	1	1	1	1			0.8	0.8	0.8					-0.5	0.8	1
FREQ5	1	1	1	1						0.8			0.5	0.5		1
FREQ6	1	1	1	1						0.8				-0.5		1
FREQ7	1	1	1	1							0.8		0.5	0.5		1
FREQ8	1	1	1	1							0.8			-0.5		1

Tabella 6 - Combinazioni di carico – Frequente

	DEAD	PERM	STS	STD	TRM	TRV	SAS	SAD	SASXLM1	TRAF	RIT	DT	AVV	FALDA
QP1	1	1	1	1	1							0.5	0.5	1
QP2	1	1	1	1	1								-0.5	1

Tabella 7 - Combinazioni di carico – Quasi Permanente

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

9 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

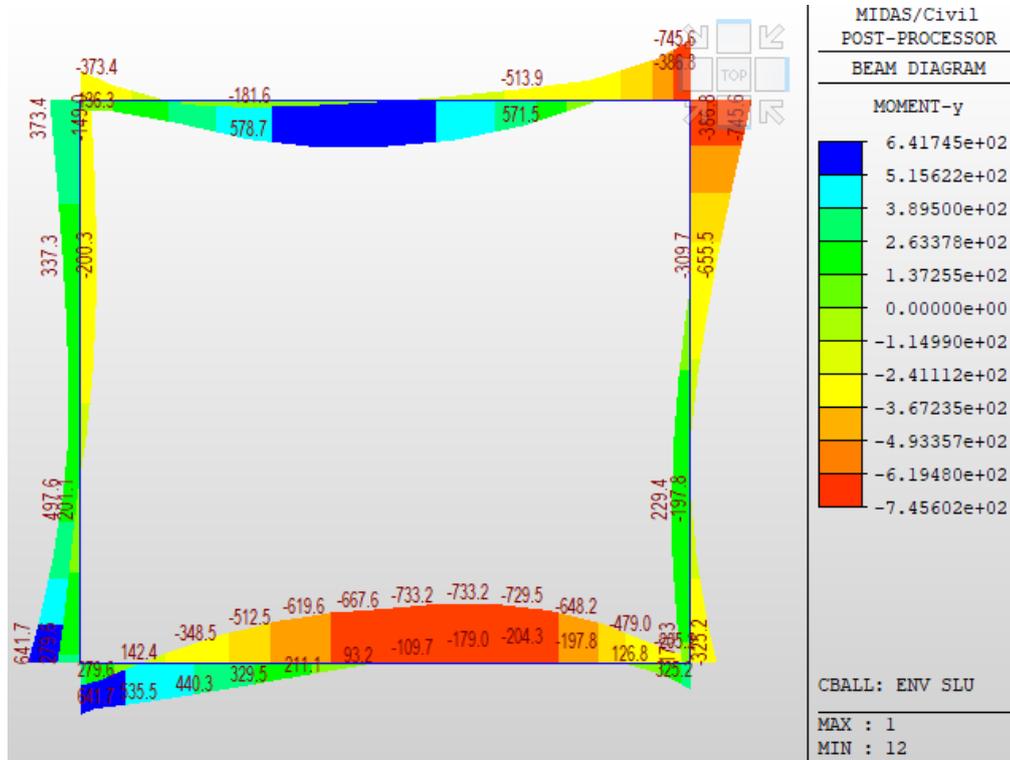


Fig. 31 – Involuppo momenti flettenti SLU

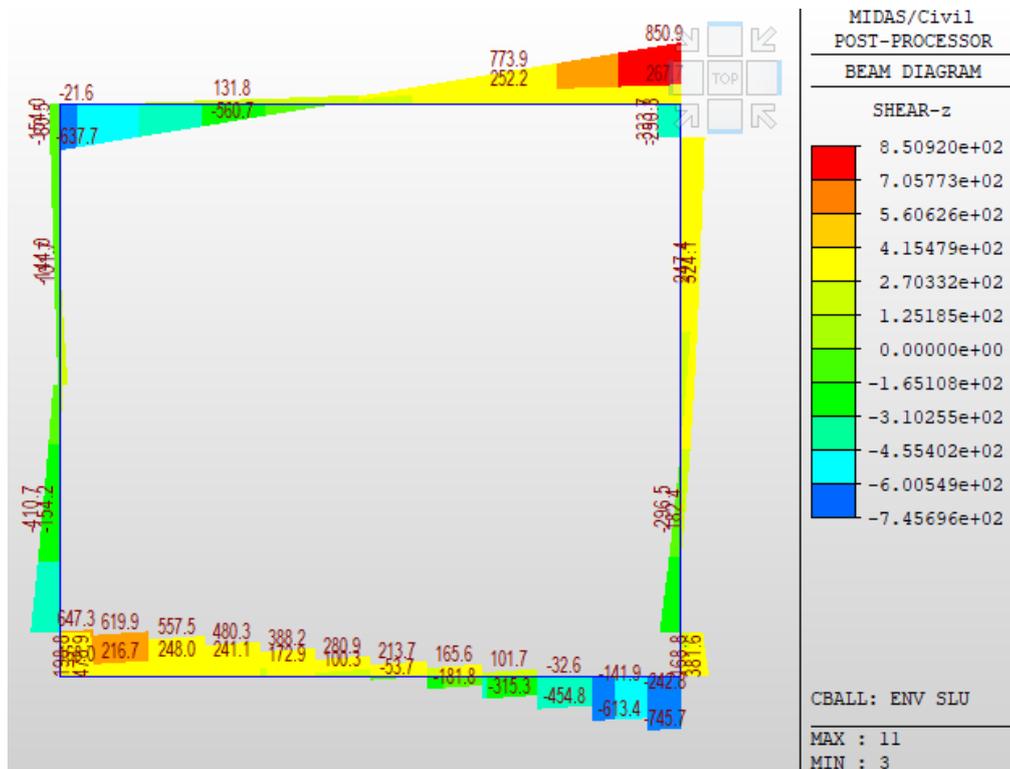


Fig. 32 – Involuppo sforzi taglianti SLU

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	46

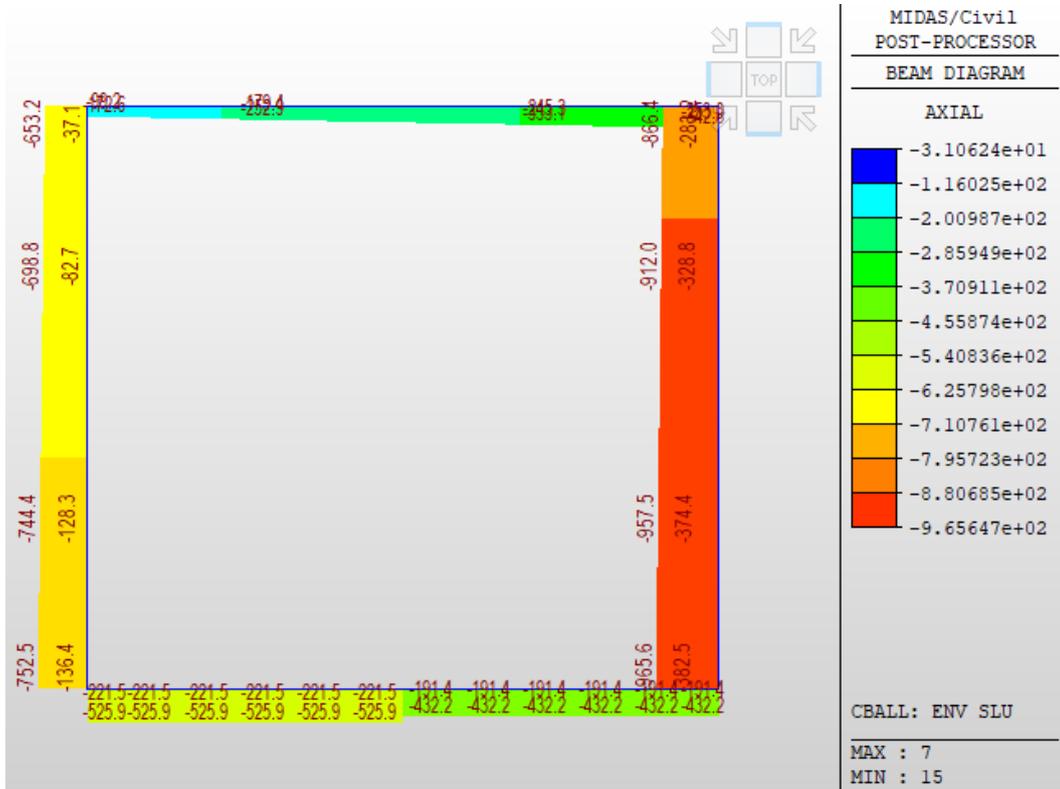


Fig. 33 – Involuppo azioni assiali SLU

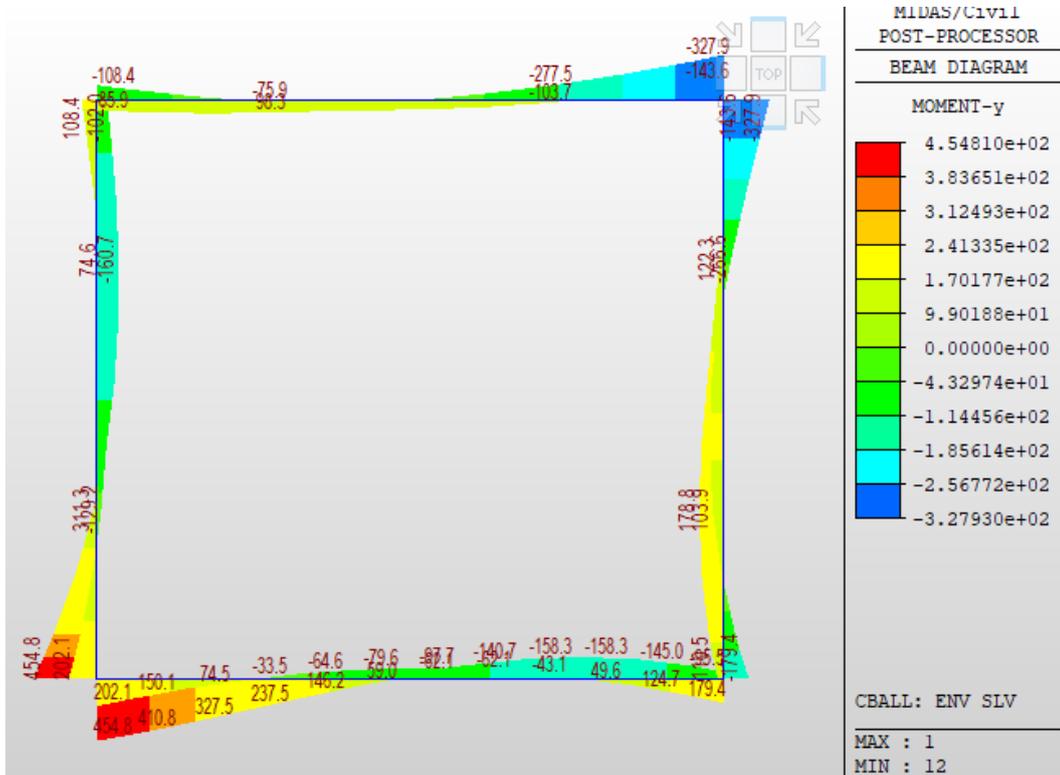


Fig. 34 – Involuppo momenti flettenti SLV

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	47

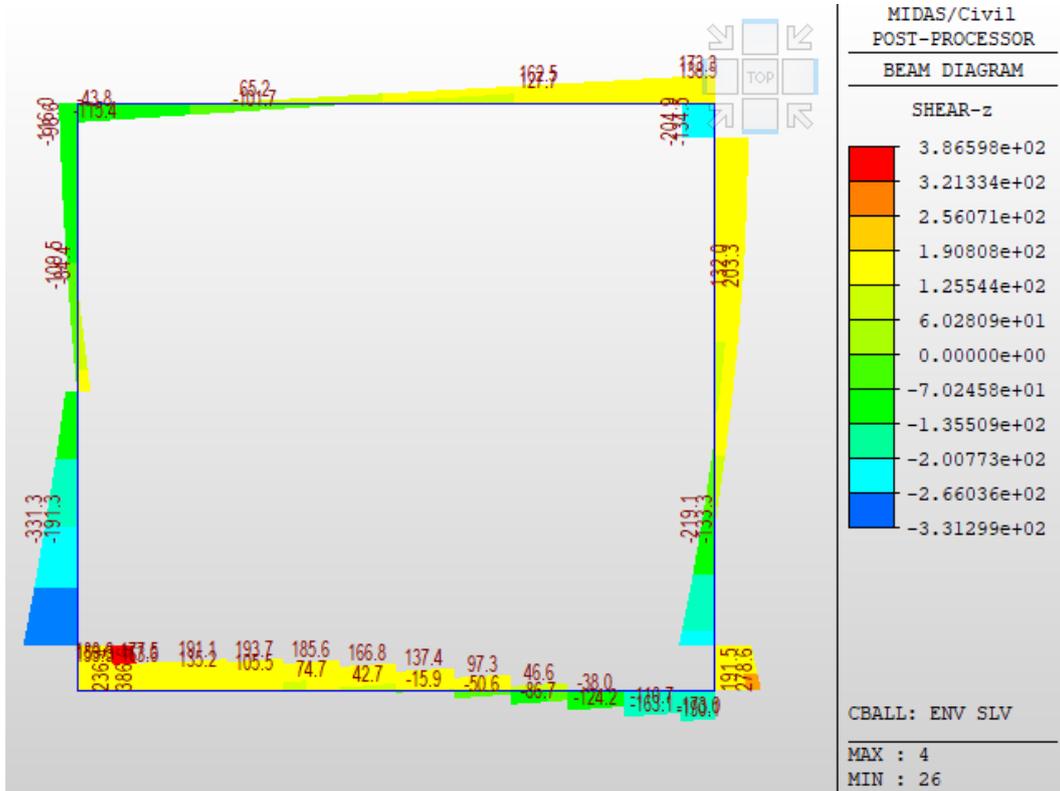


Fig. 35 – Involuppo sforzi taglianti SLV

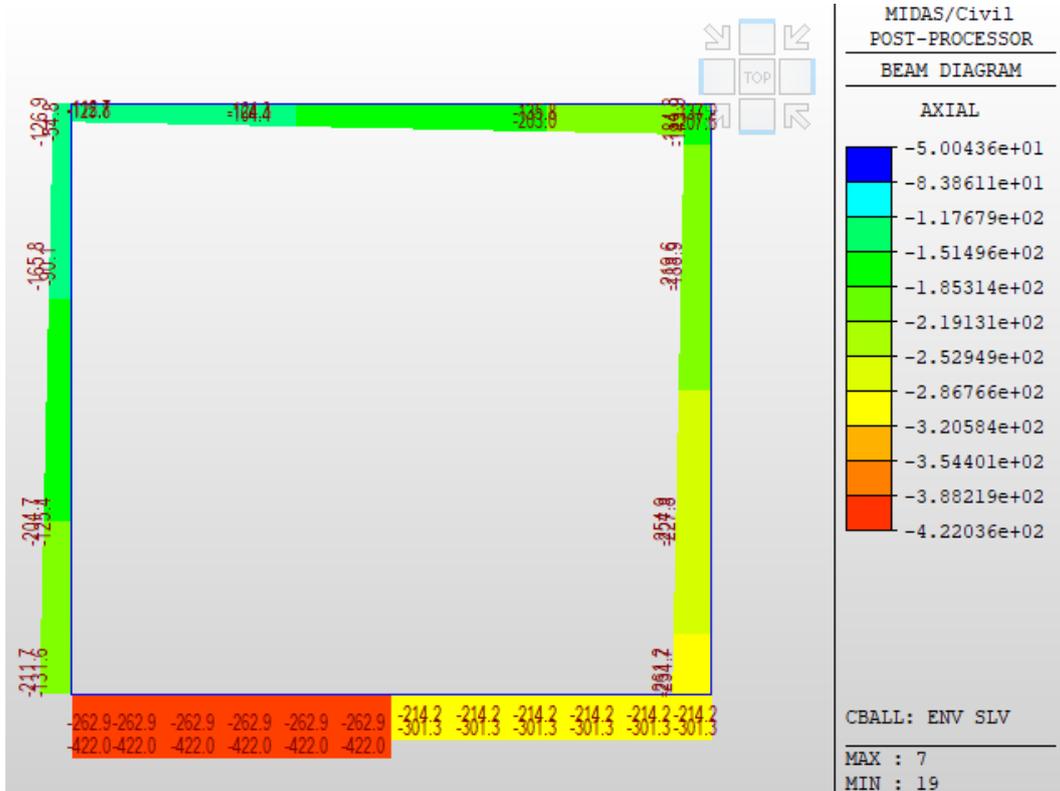


Fig. 36 – Involuppo azioni assiali SLV

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	48

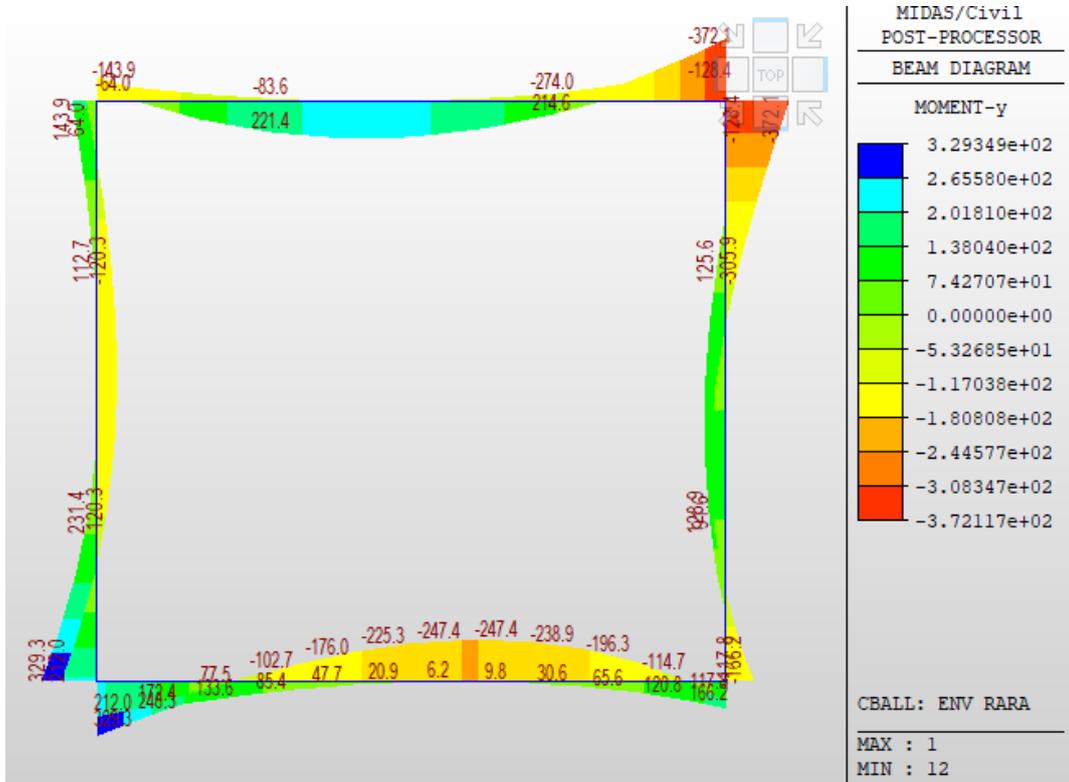


Fig. 37 – Involuppo momenti flettenti RARA

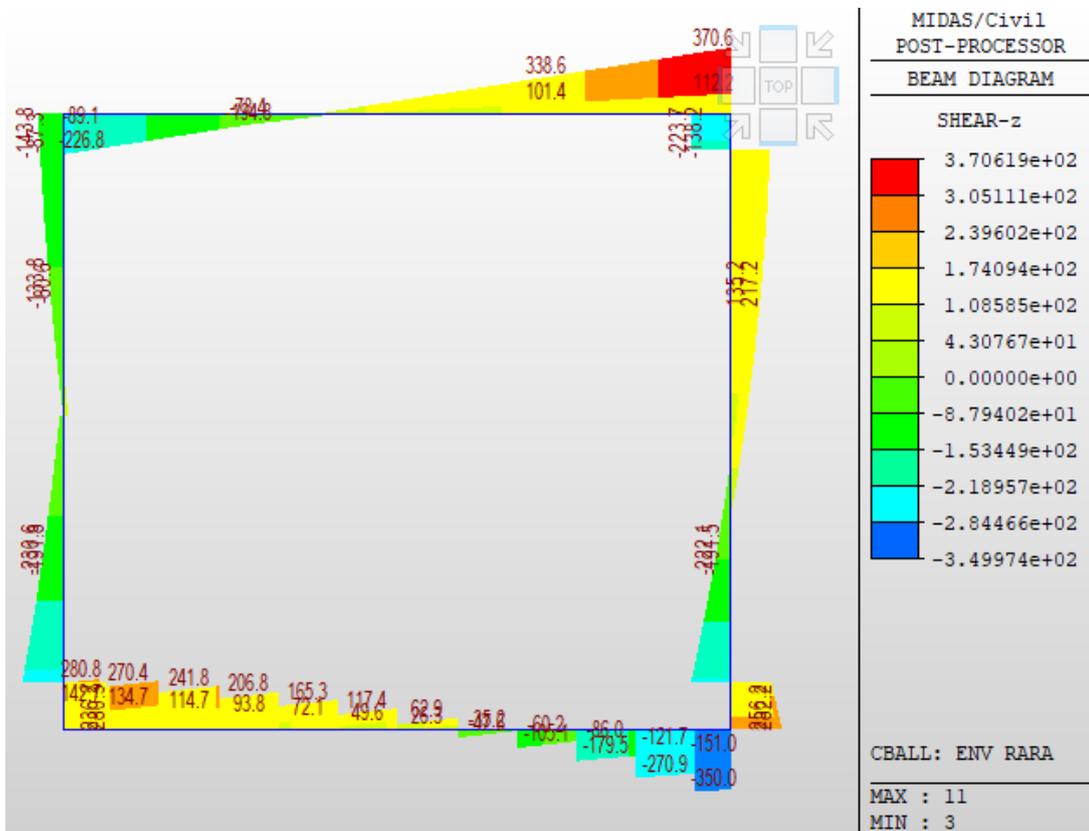


Fig. 38 – Involuppo sforzi taglianti RARA

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	49

10 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Le sezioni verificate sono le seguenti:

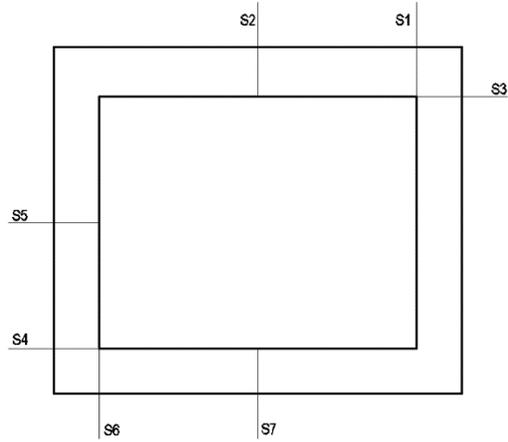
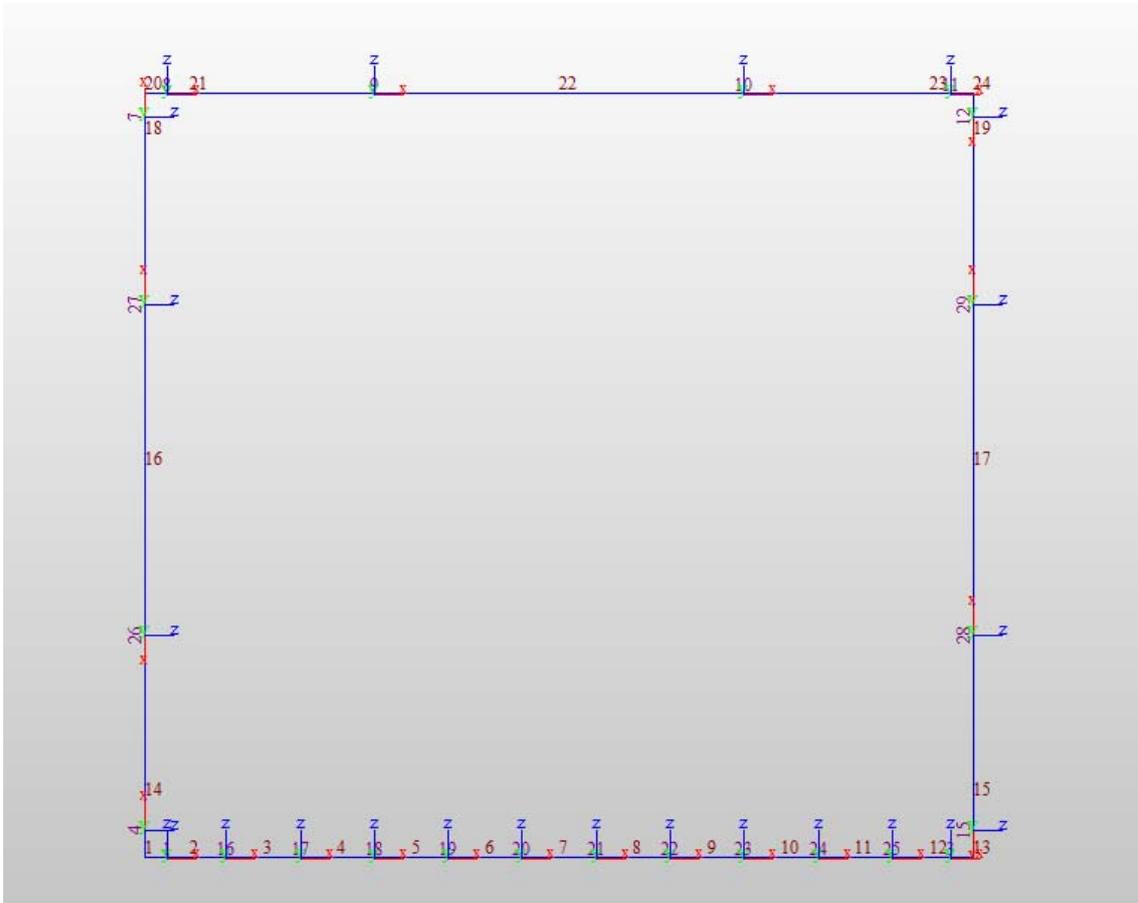


Fig. 39 – Sezioni di verifica

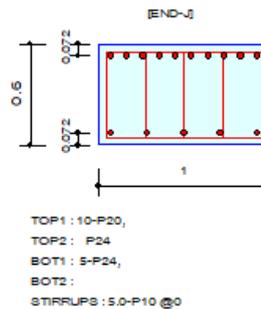


MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B

Correlazione tra Sezioni di verifica e Numerazione Frame		
Sezione di verifica	Descrizione	Frame ID - nodo
S1	Soletta superiore	10 - End "J"
S2	Soletta superiore	10 - End "i"
S3	Piedritto	29 - End "J"
S4	Piedritto	26 - End "j"
S5	Piedritto	26 - End "i"
S6	Fondazione	16 - End "i"
S7	Fondazione	20 - End "j"

La verifica è effettuata tenendo conto delle sollecitazioni corrispondenti alle sezioni di verifica indicate in fig. 39.

10.1 SEZIONE 1 - SOLETTA SUPERIORE APPOGGIO



10.1.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

Bending Moment Capacity

	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	513.92
(-) Load Combination No.	6
Factored Strength (M _{Rd})	728.79
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.7052
Positive Moment (M _{Ed})	42.75
(+) Load Combination No.	11
Factored Strength (M _{Rd})	445.28
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0960
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0038
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0023

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										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 51

10.1.2 Verifica di resistenza a taglio

Shear Capacity

	END-J
Load Combination No.	6
Factored Shear Force (V _{Ed})	773.87
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	291.98
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	908.97
Using Shear Reinf. (Asw)	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @0
Check Ratio	0.8514

10.1.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

Crack Control

	END-J
(-) Load Combination No.	22
Crack Width(w)	0.152
Allowable Crack Width(wa)	0.200
Check Ratio(w/wa)	0.7619
(+) Load Combination No.	37
Crack Width(w)	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000
Check Ratio(w/wa)	*****

10.1.4 Verifiche tensionali SLE

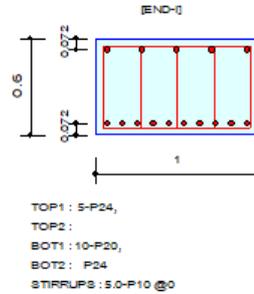
Stress Check

	END-J	
	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	22	22
Stress	0.01	-0.15
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.4134	0.4122
(+) Load Combination No.	37	37
Stress	0.00	-0.01
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.0508	0.0266

Condizione 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										
	SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B

10.2 SEZIONE 2 - SOLETTA SUPERIORE MEZZERIA



10.2.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

Bending Moment Capacity

	END-I
Negative Moment (M _{Ed})	50.18
(-) Load Combination No.	8
Factored Strength (M _{Rd})	445.28
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.1127
Positive Moment (M _{Ed})	571.52
(+) Load Combination No.	11
Factored Strength (M _{Rd})	728.79
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.7842

10.2.2 Verifica di resistenza a taglio

Shear Capacity

	END-I
Load Combination No.	6
Factored Shear Force (V _{Ed})	292.33
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	291.98
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	908.97
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @0
Check Ratio	0.3216

10.2.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

Crack Control

	END-I
(-) Load Combination No.	30
Crack Width(w)	0.003
Allowable Crack Width(w _a)	0.200
Check Ratio(w/w _a)	0.0135
(+) Load Combination No.	21
Crack Width(w)	0.028
Allowable Crack Width(w _a)	0.200
Check Ratio(w/w _a)	0.1383

10.2.4 Verifiche tensionali SLE

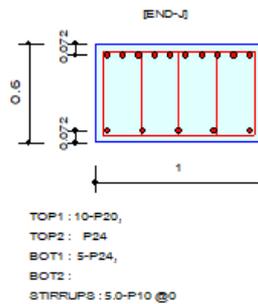
MANDATARIA HUB ENGINEERING CONDIZIONE STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

Stress Check

	END-I	
	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	30	30
Stress	0.00	-0.00
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.0101	0.0053
(+) Load Combination No.	38	38
Stress	0.01	-0.19
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.5107	0.5237

Condizione soddisfatta

10.3 SEZIONE 3 - PIEDRITTO TESTA



10.3.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

Bending Moment Capacity

	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	655.51
(-) Load Combination No.	6
Factored Strength (M _{Rd})	728.79
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.8994
Positive Moment (M _{Ed})	0.00
(+) Load Combination No.	3
Factored Strength (M _{Rd})	445.28
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0000
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0038
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0023

10.3.2 Verifica di resistenza a taglio

Shear Capacity

	END-J
Load Combination No.	14
Factored Shear Force (V _{Ed})	324.09
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	291.98
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	454.48
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @0
Check Ratio	0.7131

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

10.3.3 Aperture fessure per combinazione RARA ($W1 < 0.2$)

Crack Control

	END-J
(-) Load Combination No.	22
Crack Width(w)	0.171
Allowable Crack Width(wa)	0.200
Check Ratio(w/wa)	0.8540
(+) Load Combination No.	37
Crack Width(w)	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000
Check Ratio(w/wa)	*****

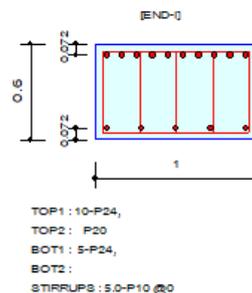
10.3.4 Verifiche tensionali SLE

Stress Check

	END-J	
	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	22	22
Stress	0.01	-0.17
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.4566	0.4606
(+) Load Combination No.	41	41
Stress	0.00	-0.00
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.0179	0.0094

Condizione soddisfatta

10.4 SEZIONE 4 - PIEDRITTO MEZZERIA



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										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 55

10.4.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

Bending Moment Capacity

END-I	
Negative Moment (M _{Ed})	198.75
(-) Load Combination No.	6
Factored Strength (M _{Rd})	728.79
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.2727
Positive Moment (M _{Ed})	145.12
(+) Load Combination No.	7
Factored Strength (M _{Rd})	445.28
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.3259

10.4.2 Verifica di resistenza a taglio

Shear Capacity

END-I	
Load Combination No.	6
Factored Shear Force (V _{Ed})	227.08
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	291.98
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	454.48
Using Shear Reinf. (Asw)	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @0
Check Ratio	0.7777

10.4.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

Crack Control

END-I	
(-) Load Combination No.	37
Crack Width(w)	0.000
Allowable Crack Width(w _a)	0.000
Check Ratio(w/w _a)	*****
(+) Load Combination No.	29
Crack Width(w)	0.024
Allowable Crack Width(w _a)	0.200
Check Ratio(w/w _a)	0.1192

10.4.4 Verifiche tensionali SLE

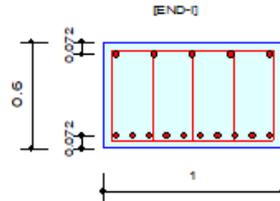
Stress Check

	END-I	
	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	29	29
Stress	0.00	-0.02
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.0854	0.0448
(+) Load Combination No.	38	38
Stress	0.00	-0.00
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.0201	0.0096

Condizione 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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

10.5 SEZIONE 5 - PIEDRITTO PIEDE



TOP1 : 5-P24,
TOP2 :
BOT1 : 10-P20,
BOT2 : P24
STIRRUPS : 5.0-P10 @0

10.5.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

Bending Moment Capacity

	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	0.00
(-) Load Combination No.	3
Factored Strength (M _{Rd})	445.28
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0000
Positive Moment (M _{Ed})	497.64
(+) Load Combination No.	5
Factored Strength (M _{Rd})	728.79
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.6828

10.5.2 Verifica di resistenza a taglio

Shear Capacity

	END-J
Load Combination No.	7
Factored Shear Force (V _{Ed})	410.74
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	291.98
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	454.48
Using Shear Reinf. (Asw)	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @0
Check Ratio	0.9037

10.5.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

Crack Control

	END-J
(-) Load Combination No.	37
Crack Width(w)	0.000
Allowable Crack Width(w _a)	0.000
Check Ratio(w/w _a)	*****
(+) Load Combination No.	21
Crack Width(w)	0.129
Allowable Crack Width(w _a)	0.200
Check Ratio(w/w _a)	0.6439

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

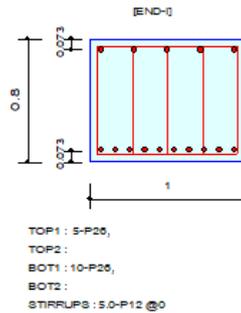
10.5.4 Verifiche tensionali SLE

Stress Check

	END-J	
	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	42	42
Stress	0.00	-0.01
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.0284	0.0149
(+) Load Combination No.	21	21
Stress	0.01	-0.13
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.3384	0.3491

Condizione soddisfatta

10.6 SEZIONE 6 - SOLETTA INFERIORE APPOGGIO



10.6.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

Bending Moment Capacity

	END-I
Negative Moment (M _{Ed})	0.00
(-) Load Combination No.	3
Factored Strength (M _{Rd})	724.23
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0000
Positive Moment (M _{Ed})	535.55
(+) Load Combination No.	7
Factored Strength (M _{Rd})	1389.36
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.3855

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										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 58

10.6.2 Verifica di resistenza a taglio

Shear Capacity

	END-I
Load Combination No.	5
Factored Shear Force (V _{Ed})	580.21
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	380.26
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	895.10
Using Shear Reinf. (Asw)	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P12 @0
Check Ratio	0.6482

10.6.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

Crack Control

	END-I
(-) Load Combination No.	37
Crack Width(w)	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000
Check Ratio(w/wa)	*****
(+) Load Combination No.	21
Crack Width(w)	0.019
Allowable Crack Width(wa)	0.200
Check Ratio(w/wa)	0.0962

10.6.4 Verifiche tensionali SLE

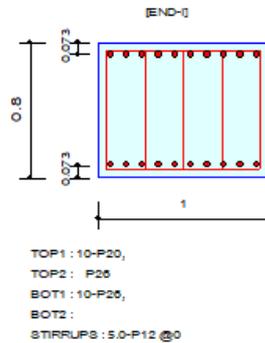
Stress Check

	END-I	
	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	22	22
Stress	0.00	-0.02
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.0761	0.0436
(+) Load Combination No.	21	21
Stress	0.00	-0.02
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.1018	0.0515

Condizione 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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

10.7 SEZIONE 7- SOLETTA INFERIORE MEZZERIA



10.7.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

Bending Moment Capacity

	END-I
Negative Moment (M _{Ed})	733.21
(-) Load Combination No.	6
Factored Strength (M _{Rd})	1124.65
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.6519
Positive Moment (M _{Ed})	0.00
(+) Load Combination No.	3
Factored Strength (M _{Rd})	1389.36
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0000

10.7.2 Verifica di resistenza a taglio

Shear Capacity

	END-I
Load Combination No.	11
Factored Shear Force (V _{Ed})	181.78
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	380.26
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	895.10
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P12 @0
Check Ratio	0.4781

10.7.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

Crack Control

	END-I
(-) Load Combination No.	22
Crack Width(w)	0.021
Allowable Crack Width(w _a)	0.200
Check Ratio(w/w _a)	0.1035
(+) Load Combination No.	29
Crack Width(w)	0.000
Allowable Crack Width(w _a)	0.200
Check Ratio(w/w _a)	0.0021

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								
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	60

10.7.4 Verifiche tensionali SLE

Stress Check

	END-I	
	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	38	38
Stress	0.00	-0.03
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.1425	0.0787
(+) Load Combination No.	29	29
Stress	0.00	-0.01
Allowable Stress	0.02	0.36
Stress Ratio	0.0332	0.0174

Condizione soddisfatta

11 VERIFICA DI DEFORMABILITA'

Il confort dei passeggeri è controllato limitando i valori della freccia massima verticale, in funzione della luce e del numero di campate consecutive.

Nel seguito l'inflessione si calcolerà in asse binario, considerando il treno di carico LM 71 con il relativo incremento dinamico.

In base a quanto indicato in tabella 1.8.3.2.2-2 i valori limite del rapporto luce/freccia (L/δ) nel nostro caso è 1000, ulteriormente moltiplicato per un coefficiente 0,7 in quanto trattasi di impalcato a singola campata.

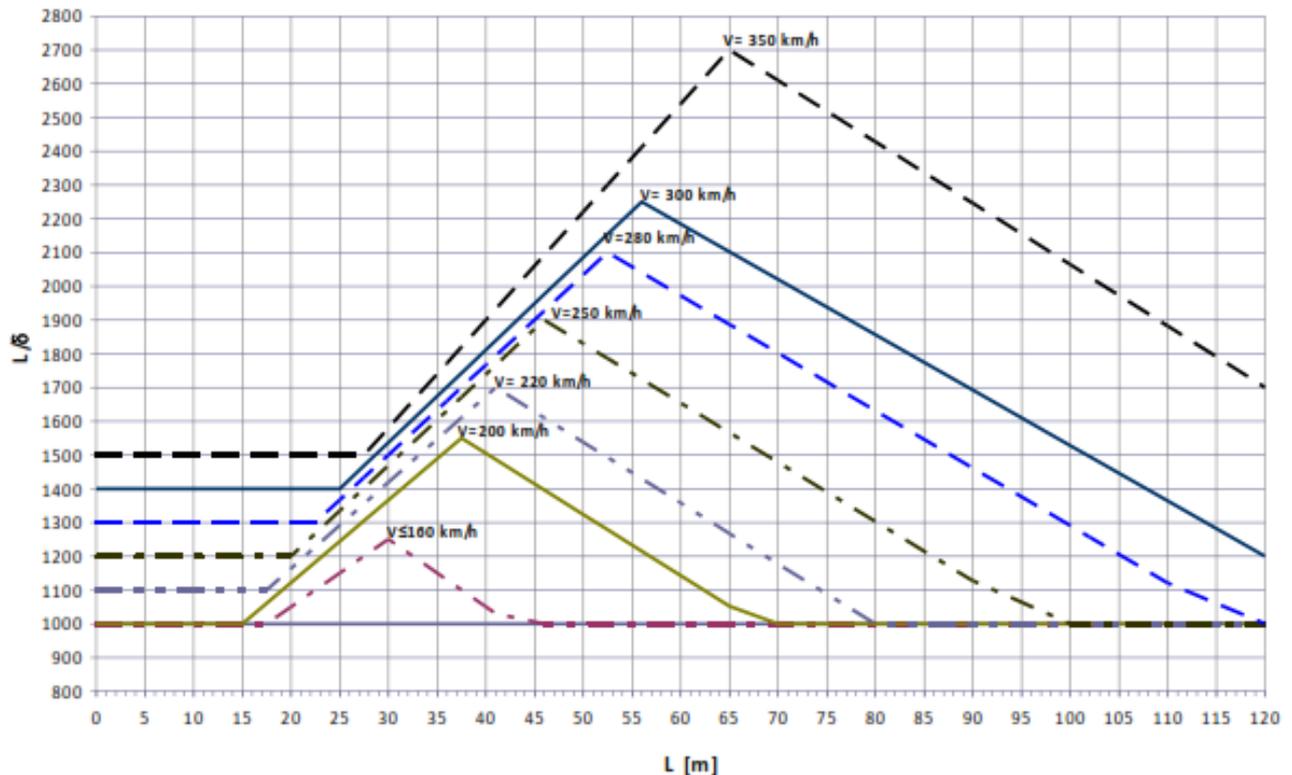


Fig. 5.2.1.8.3.2.2-2 Valori del limite di deformabilità L/δ per il confort dei passeggeri.

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										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 61

Nella seguente immagine si riporta la deformazione della soletta superiore dovuto al singolo carico del treno LM71

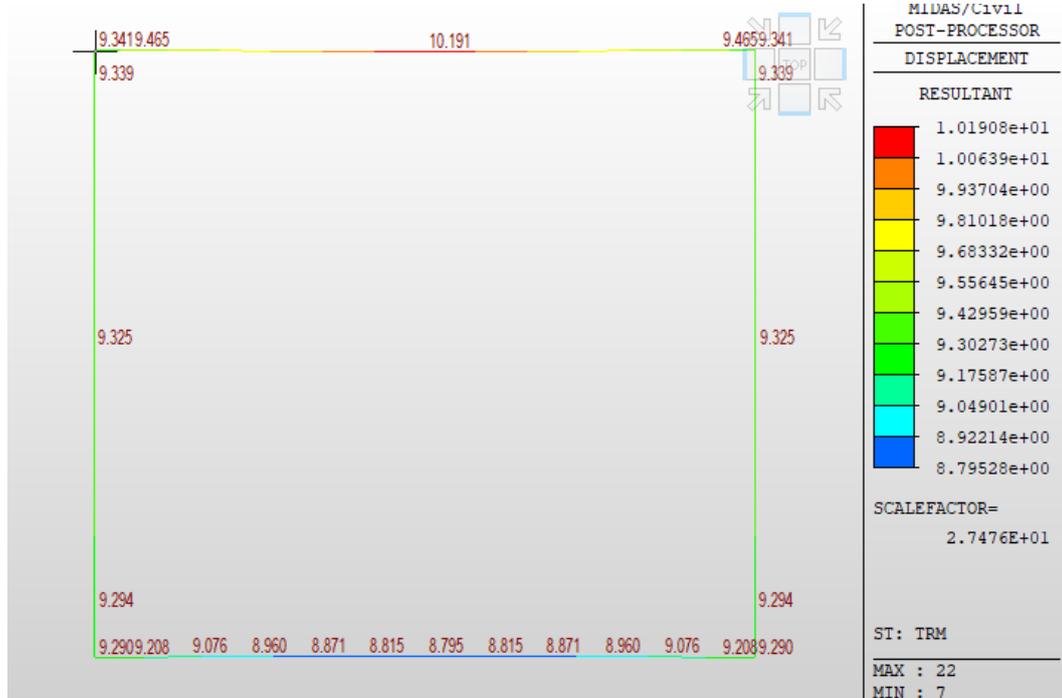


Fig. 40 – Deformazione

Condizione da soddisfare: $\delta/L < 1/1000$

Per il scatolare il valori per le frecce sono come segue:

- Freccia – mezzeria della soletta – 0.010191m
- Freccia – appoggi della soletta – 0.009341m

$$\delta = 0.010191 - 0.009341 = 0.001569 \text{ m ;}$$

$$\text{Per } L=6.20 \text{ m } \Rightarrow \delta/L < 1/1000 \text{ ;}$$

$$0.001569/6.20 = 0.000253 < 0.001 - \text{Verificata}$$

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

12 RIEPILOGO ARMATURE – SCATOLARE

Elemento strutturale	Sezione	Armatura Principale	Armatura taglio
Soletta Superiore	nodo	Φ 24/20+ Φ 20/20 sup.	ϕ 10/20x20
		Φ 24/20 inf.	
	campata	Φ 24/20 sup.	ϕ 10/20x20
		Φ 24/20+ Φ 20/20 inf.	
Piedritti	nodo sup.	ϕ 24/20+f20/20 est.	ϕ 10/20x40
		ϕ 24/20 int.	
	nodo inf.	ϕ 24/20+f20/20 est.	ϕ 10/20x40
		ϕ 24/20 int.	
Soletta Inferiore	mezzeria	Φ 20/10 inf.	ϕ 12/20x40
		Φ 26/20+ Φ 20/20 sup.	
	nodo	Φ 26/20 sup.	ϕ 12/20x40
		Φ 26/10 inf.	

13 CALCOLO INCIDENZE ARMATURE

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva con il calcolo dell'incidenza delle armature:

SL04	Scatolare		
	Soletta Sup. kg/m ³	Soletta Inf. kg/m ³	Piedritti kg/m ³
Scatolare	135	115	135

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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

14 VERIFICHE GEOTECNICHE

14.1 VERIFICA DELLA CAPACITA PORTANTE

Per le verifiche geotecniche rimodelliamo la struttura senza vincoli cedevoli in funzione delle caratteristiche elastiche del terreno considerare solo una connessione incastro a metà della fondazione (Figura seguente) e dalla combinazione SLU (approccio 2: A1+M1+R3) e SLV (sisma) abbiamo i dati:

NODE	COMB	T(kN)	N(kN)	M(kN*m)
7	SLU-8	-283.3	1068.9	-1264.7
	SLV-1	-197.6	645.2	-854.5

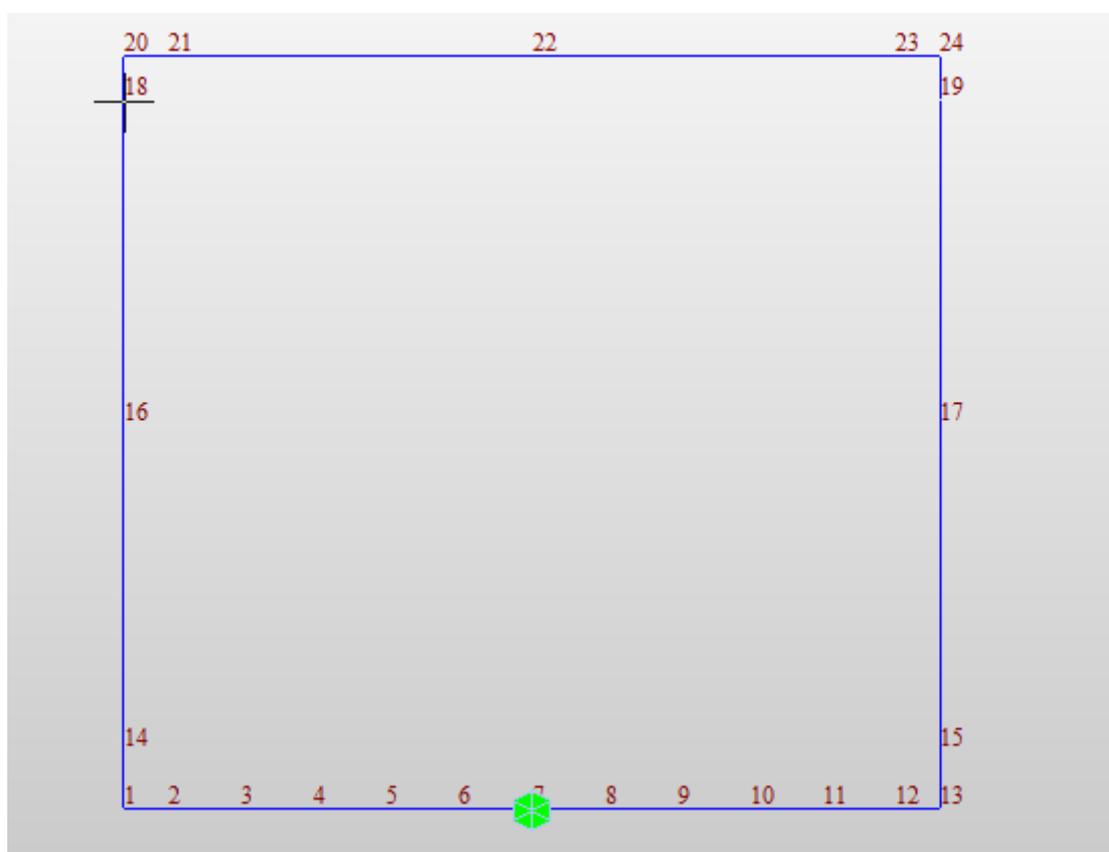


Fig. 41 – Modello di calcolo

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	64

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

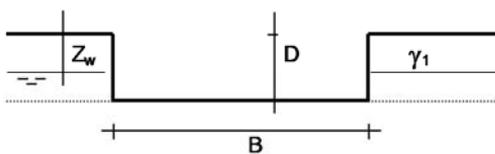
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

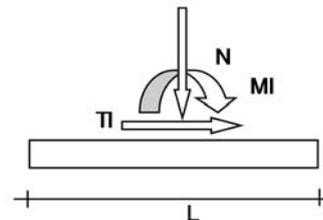
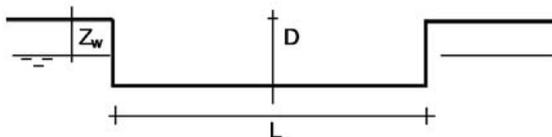
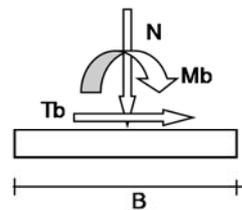
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze		
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \phi'$	c'	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
Tensioni Ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista	⊙	1.00	1.00	1.00	1.00	1.40	1.10

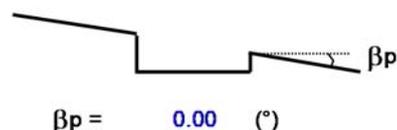
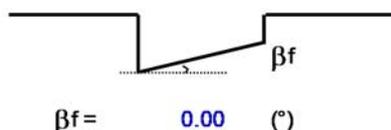


γ, c', ϕ'



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 6.20 (m)
L = 1.00 (m)
D = 6.85 (m)



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									
		SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1068.90		1068.90
Mb [kNm]	-1264.70		-1264.70
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	-283.30		-283.30
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	283.30	0.00	283.30

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 18.50 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 18.50 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 12.50 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 22.50 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 12.50 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 22.50 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 1.50 \quad (\text{m})$$

$$e_B = -1.18 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 8.57 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 73.23 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 8.50 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 8.23$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 17.45$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 7.65$$

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	66

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B^* N_q / (L^* N_c)$$

$$s_c = 1.06$$

$$s_q = 1 + B^* \tan(\varphi') / L^*$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.95$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.90 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.10 \quad m = 1.90 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi')))^m$$

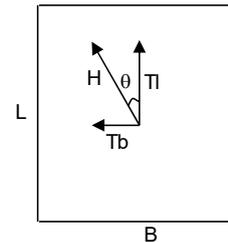
$$i_q = 0.63$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.58$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi')))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.50$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2) * \arctan(D / B^*)$$

$$d_q = 1.45$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan(\varphi'))$$

$$d_c = 1.51$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan(\varphi'))^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan(\varphi'))$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	67

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 799.89 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 124.78 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 571.35 \geq q = 124.78 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 283.30 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 549.83 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 499.85 \geq H_d = 283.30 \quad (\text{kN})$$

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	68

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni totali

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

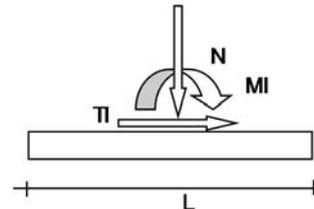
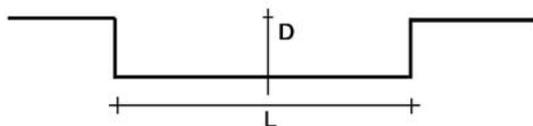
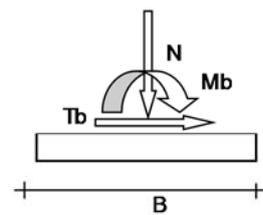
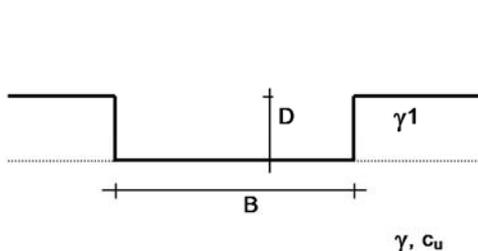
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze		
	permanenti	temporanee variabili	c_u		q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.40	1.80	1.00
	SISMA	○	1.00	1.00	1.40	1.80	1.00
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	2.30	1.10
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	
Definiti dal Progettista	⊙	1.00	1.00	1.00	1.00	1.40	1.10



(Per fondazioni nastriformi $L=100$ m)

B = 6.20 (m)
L = 1.00 (m)
D = 6.85 (m)



$\beta_f = 0.00$ (°)



$\beta_p = 0.00$ (°)

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	69

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	645.20		645.20
Mb [kNm]	-854.50		-854.50
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	-197.60		-197.60
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	197.60	0.00	197.60

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 18.50 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 18.50 \quad (\text{kN/mc})$$

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$$c_u = 105.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$e_B = -1.32 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

Valore di progetto

$$c_u = 105.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$B^* = 8.85 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 126.73 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 18.50 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

sc : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.02$$

ic: fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.90$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.10$$

$$\theta = \text{arctg}(T_b/TI) = 90.00 \quad (^\circ)$$

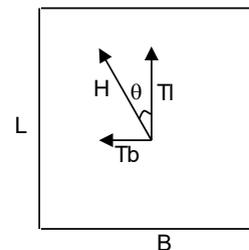
$$m = 1.90$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e

$m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u N_c))$$

$$i_c = 0.92$$



SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	70

d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.57$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 925.31 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 72.91 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 660.94 \geq q = 72.91 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 197.60 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = c_u B^* L^*$$

$$S_d = 929.12 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 844.66 \geq H_d = 197.60 \quad (\text{kN})$$

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	71

14.1 VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO

VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO

Geometria scatolare

Altezza	h	4.50	m	(misura netta interna)
Larghezza	l	5.00	m	(misura netta interna)
Lunghezza concio	L	1.00	m	
Profondità della striscia di telaio	b	1.00	m	
Spessore soletta inferiore si=	Si	0.80	m	
Spessore dei ritti sp=	Sp	0.60	m	
Spessore soletta superiore ss=	Ss	0.60	m	

Peso Scatolare	Pscat.	352.00	kN	
Peso del Ballast	Pballast	89.28	kN	
Peso pavimentazione interno	Pperm	372.60	kN	
Peso totale	Ptot	813.88 kN	x 0,9 =	732.492 kN
Sottospinta idraulica	Fw	365.80 kN	x 1,1 =	402.38 kN

Ptot > Fw 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										
SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SL 04 00			PROGR 001	REV B	FOGLIO 72

15 TABULATO

Tabella 8 Nodi

Node	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
1	0.000000	0.000000	0.000000
2	300.000000	0.000000	0.000000
3	800.000000	0.000000	0.000000
4	1300.000000	0.000000	0.000000
5	1800.000000	0.000000	0.000000
6	2300.000000	0.000000	0.000000
7	2800.000000	0.000000	0.000000
8	3300.000000	0.000000	0.000000
9	3800.000000	0.000000	0.000000
10	4300.000000	0.000000	0.000000
11	4800.000000	0.000000	0.000000
12	5300.000000	0.000000	0.000000
13	5600.000000	0.000000	0.000000
14	0.000000	0.000000	400.000000
15	5600.000000	0.000000	400.000000
16	0.000000	0.000000	2650.000000
17	5600.000000	0.000000	2650.000000
18	0.000000	0.000000	4900.000000
19	5600.000000	0.000000	4900.000000
20	0.000000	0.000000	5200.000000
21	300.000000	0.000000	5200.000000
22	2800.000000	0.000000	5200.000000
23	5300.000000	0.000000	5200.000000
24	5600.000000	0.000000	5200.000000

Tabella 2 Elementi

Element	Type	Sub Type	Material	Property	B-Angle ([deg])	Node1	Node2	Node3	Node4
1	BEAM		1	10	0.00	1	2	0	0
3	BEAM		1	10	0.00	12	13	0	0
4	BEAM		1	9	0.00	1	14	0	0
7	BEAM		1	9	0.00	18	20	0	0
8	BEAM		1	9	0.00	20	21	0	0
9	BEAM		1	1	0.00	21	22	0	0
10	BEAM		1	2	0.00	22	23	0	0
11	BEAM		1	9	0.00	23	24	0	0
12	BEAM		1	9	0.00	24	19	0	0
15	BEAM		1	9	0.00	15	13	0	0
16	BEAM		1	8	0.00	2	3	0	0
17	BEAM		1	8	0.00	3	4	0	0
18	BEAM		1	3	0.00	4	5	0	0
19	BEAM		1	3	0.00	5	6	0	0
20	BEAM		1	3	0.00	6	7	0	0
21	BEAM		1	3	0.00	7	8	0	0
22	BEAM		1	3	0.00	8	9	0	0
23	BEAM		1	3	0.00	9	10	0	0
24	BEAM		1	8	0.00	10	11	0	0
25	BEAM		1	8	0.00	11	12	0	0
26	BEAM		1	7	0.00	16	14	0	0

LINEA PESCARA – BARI

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

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	73

27	BEAM		1	6	0.00	16	18	0	0
28	BEAM		1	5	0.00	15	17	0	0
29	BEAM		1	4	0.00	17	19	0	0

Tabella 3 Materiali

ID	Name	Type	Standard	Density (kN/m ³)
1	C32/40	Concrete	NTC08 (RC)	2.5000e+01

Tabella 4 Carichi

Node	Load Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN·mm)	MY (kN·mm)	MZ (kN·mm)
1	STS	22.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	SAS	11.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	SASXLM71	8.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	SISSX	12.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	STD	-22.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	SAD	-11.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	SAS	3.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	PERM	0.00	0.00	-6.29	0.00	0.00	0.00
20	SISSX	9.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	STS	2.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	SASXLM71	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	STD	-2.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	PERM	0.00	0.00	-6.29	0.00	0.00	0.00
24	SAD	-3.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Element	BM LD Type	Load Case	Load Type	Direction	Projection	D1	D2	D3	D4	P1	P2	P3	P4
1	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
1	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
1	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	0.33	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
1	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.33	1.00	0.00	0.00	-0.04	-0.04	0.00	0.00
3	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
3	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
3	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
4	Line Load	STS	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.06	0.05	0.00	0.00
4	Line Load	SAS	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
4	Line Load	SASXLM71	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
4	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
4	Line Load	SISSX	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00
4	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
7	Line Load	STS	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
7	Line Load	SAS	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
7	Line Load	SASXLM71	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
7	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
7	Line Load	SISSX	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00
7	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
8	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
8	Line Load	AVV	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00

LINEA PESCARA – BARI

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

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	74

8	Line Load	AVV	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
8	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
8	Line Load	TRM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
8	Line Load	TRV	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
8	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
8	Line Load	TRV	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
9	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
9	Line Load	AVV	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
9	Line Load	AVV	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
9	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
9	Line Load	TRM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
9	Line Load	TRV	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
9	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
9	Line Load	TRV	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
10	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
10	Line Load	AVV	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
10	Line Load	AVV	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
10	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
10	Line Load	TRM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
10	Line Load	TRV	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
10	Line Load	TRV	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
10	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
11	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
11	Line Load	AVV	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
11	Line Load	AVV	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
11	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
11	Line Load	TRM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
11	Line Load	TRV	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
11	Line Load	TRV	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.00
12	Line Load	STD	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
12	Line Load	SAD	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
12	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
12	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
12	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
15	Line Load	STD	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.05	-0.06	0.00	0.00
15	Line Load	SAD	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
15	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.05	-0.05	0.00	0.00
15	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
15	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.05	-0.05	0.00	0.00
16	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
16	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
16	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.04	-0.04	0.00	0.00
17	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
17	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
17	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.04	-0.04	0.00	0.00
18	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
18	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
18	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.04	-0.04	0.00	0.00
19	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
19	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
19	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.04	-0.04	0.00	0.00
20	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
20	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
20	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.04	-0.04	0.00	0.00
21	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00

LINEA PESCARA – BARI

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

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	75

21	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
21	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.04	-0.04	0.00	0.00
22	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
22	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
22	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.04	-0.04	0.00	0.00
23	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
23	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
23	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.04	-0.04	0.00	0.00
24	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
24	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
24	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	0.40	0.00	0.00	-0.04	-0.04	0.00	0.00
24	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.40	1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
25	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
25	Line Load	PERM	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
25	Line Load	TRAF	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
26	Line Load	STS	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00
26	Line Load	SAS	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
26	Line Load	SISSX	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00
26	Line Load	SASXML71	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
26	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00
26	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
27	Line Load	STS	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00
27	Line Load	SAS	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
27	Line Load	SISSX	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00
27	Line Load	SASXML71	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
27	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
27	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
28	Line Load	STD	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.05	-0.03	0.00	0.00
28	Line Load	SAD	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
28	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.05	-0.02	0.00	0.00
28	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
28	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.05	-0.02	0.00	0.00
29	Line Load	STD	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.03	-0.01	0.00	0.00
29	Line Load	SAD	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00
29	Beam Load	INERZIEH	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.00	0.00	0.00
29	Beam Load	SISVER	Distributed Forces	Global Z	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
29	Line Load	FALDA	Distributed Forces	Global X	No	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.02	-0.00	0.00	0.00

Tabella 5 Sollecitazioni

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN·mm)	Moment-y (kN·mm)	Moment-z (kN·mm)
1	ENV SLU(max)	I[1]	-221.46	0.00	619.97	0.00	641744.94	0.00
1	ENV SLU(max)	J[2]	-221.46	0.00	647.28	0.00	535545.01	0.00
3	ENV SLU(max)	I[12]	-191.45	0.00	-242.83	0.00	126823.24	0.00
3	ENV SLU(max)	J[13]	-191.45	0.00	-223.00	0.00	325191.77	0.00
4	ENV SLU(max)	I[1]	-136.36	0.00	478.94	0.00	641744.94	0.00
4	ENV SLU(max)	J[14]	-128.26	0.00	410.74	0.00	497637.23	0.00
7	ENV SLU(max)	I[18]	-37.14	0.00	-70.51	0.00	337301.83	0.00
7	ENV SLU(max)	J[20]	-31.06	0.00	-80.51	0.00	373380.14	0.00
8	ENV SLU(max)	I[20]	-89.52	0.00	-21.63	0.00	122507.08	0.00
8	ENV SLU(max)	J[21]	-99.15	0.00	-6.13	0.00	136303.08	0.00

LINEA PESCARA – BARI

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

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	76

9	ENV SLU(max)	I[21]	-99.15	0.00	-6.13	0.00	136303.08	0.00
9	ENV SLU(max)	J[22]	-179.41	0.00	131.82	0.00	571522.56	0.00
10	ENV SLU(max)	I[22]	-179.41	0.00	131.82	0.00	571522.56	0.00
10	ENV SLU(max)	J[23]	-245.29	0.00	773.87	0.00	-260371.89	0.00
11	ENV SLU(max)	I[23]	-245.29	0.00	773.87	0.00	-260371.89	0.00
11	ENV SLU(max)	J[24]	-252.99	0.00	850.92	0.00	-386824.57	0.00
12	ENV SLU(max)	I[24]	-277.17	0.00	-250.30	0.00	-386824.57	0.00
12	ENV SLU(max)	J[19]	-283.25	0.00	-247.42	0.00	-309668.91	0.00
15	ENV SLU(max)	I[15]	-374.37	0.00	296.47	0.00	170285.45	0.00
15	ENV SLU(max)	J[13]	-382.47	0.00	381.61	0.00	101969.58	0.00
16	ENV SLU(max)	I[2]	-221.46	0.00	567.00	0.00	535545.01	0.00
16	ENV SLU(max)	J[3]	-221.46	0.00	619.91	0.00	440318.73	0.00
17	ENV SLU(max)	I[3]	-221.46	0.00	504.44	0.00	440318.73	0.00
17	ENV SLU(max)	J[4]	-221.46	0.00	557.54	0.00	329483.58	0.00
18	ENV SLU(max)	I[4]	-221.46	0.00	427.03	0.00	329483.58	0.00
18	ENV SLU(max)	J[5]	-221.46	0.00	480.32	0.00	211117.47	0.00
19	ENV SLU(max)	I[5]	-221.46	0.00	334.69	0.00	211117.47	0.00
19	ENV SLU(max)	J[6]	-221.46	0.00	388.18	0.00	93193.86	0.00
20	ENV SLU(max)	I[6]	-221.46	0.00	227.21	0.00	93193.86	0.00
20	ENV SLU(max)	J[7]	-221.46	0.00	280.89	0.00	-16380.17	0.00
21	ENV SLU(max)	I[7]	-191.45	0.00	159.82	0.00	-16380.17	0.00
21	ENV SLU(max)	J[8]	-191.45	0.00	213.69	0.00	-109726.15	0.00
22	ENV SLU(max)	I[8]	-191.45	0.00	111.58	0.00	-109726.15	0.00
22	ENV SLU(max)	J[9]	-191.45	0.00	165.64	0.00	-178958.91	0.00
23	ENV SLU(max)	I[9]	-191.45	0.00	47.47	0.00	-178958.91	0.00
23	ENV SLU(max)	J[10]	-191.45	0.00	101.73	0.00	-197841.30	0.00
24	ENV SLU(max)	I[10]	-191.45	0.00	-32.63	0.00	-197841.30	0.00
24	ENV SLU(max)	J[11]	-191.45	0.00	8.77	0.00	-68496.08	0.00
25	ENV SLU(max)	I[11]	-191.45	0.00	-141.94	0.00	-68496.08	0.00
25	ENV SLU(max)	J[12]	-191.45	0.00	-109.05	0.00	126823.24	0.00
26	ENV SLU(max)	I[16]	-82.70	0.00	34.69	0.00	145266.24	0.00
26	ENV SLU(max)	J[14]	-128.26	0.00	-154.20	0.00	497637.23	0.00
27	ENV SLU(max)	I[16]	-82.70	0.00	101.69	0.00	145266.24	0.00
27	ENV SLU(max)	J[18]	-37.14	0.00	-70.51	0.00	337301.83	0.00
28	ENV SLU(max)	I[15]	-374.37	0.00	-100.92	0.00	170285.45	0.00
28	ENV SLU(max)	J[17]	-328.81	0.00	182.36	0.00	145117.53	0.00
29	ENV SLU(max)	I[17]	-328.81	0.00	182.36	0.00	145117.53	0.00
29	ENV SLU(max)	J[19]	-283.25	0.00	324.09	0.00	-309668.91	0.00
1	ENV SLV(max)	I[1]	-262.93	0.00	165.84	0.00	454809.59	0.00
1	ENV SLV(max)	J[2]	-262.93	0.00	180.57	0.00	410764.25	0.00
3	ENV SLV(max)	I[12]	-214.20	0.00	-172.97	0.00	124709.39	0.00
3	ENV SLV(max)	J[13]	-214.20	0.00	-159.05	0.00	179405.84	0.00
4	ENV SLV(max)	I[1]	-131.63	0.00	386.60	0.00	454809.59	0.00
4	ENV SLV(max)	J[14]	-125.36	0.00	331.30	0.00	311330.03	0.00
7	ENV SLV(max)	I[18]	-54.75	0.00	-84.41	0.00	74563.99	0.00
7	ENV SLV(max)	J[20]	-50.04	0.00	-98.65	0.00	108431.31	0.00
8	ENV SLV(max)	I[20]	-110.91	0.00	-43.76	0.00	74503.14	0.00
8	ENV SLV(max)	J[21]	-112.70	0.00	-32.08	0.00	85879.05	0.00
9	ENV SLV(max)	I[21]	-112.70	0.00	-32.08	0.00	85879.05	0.00
9	ENV SLV(max)	J[22]	-124.28	0.00	65.23	0.00	72198.37	0.00
10	ENV SLV(max)	I[22]	-124.28	0.00	65.23	0.00	72198.37	0.00
10	ENV SLV(max)	J[23]	-135.85	0.00	162.55	0.00	-103677.80	0.00
11	ENV SLV(max)	I[23]	-135.85	0.00	162.55	0.00	-103677.80	0.00
11	ENV SLV(max)	J[24]	-137.24	0.00	173.33	0.00	-143601.94	0.00
12	ENV SLV(max)	I[24]	-144.76	0.00	-134.55	0.00	-143601.94	0.00
12	ENV SLV(max)	J[19]	-149.95	0.00	-131.96	0.00	-103560.93	0.00
15	ENV SLV(max)	I[15]	-227.80	0.00	219.08	0.00	110464.18	0.00

LINEA PESCARA – BARI

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

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	77

15	ENV SLV(max)	J[13]	-234.72	0.00	278.62	0.00	45661.99	0.00
16	ENV SLV(max)	I[2]	-262.93	0.00	155.56	0.00	410764.25	0.00
16	ENV SLV(max)	J[3]	-262.93	0.00	177.51	0.00	327502.08	0.00
17	ENV SLV(max)	I[3]	-262.93	0.00	168.99	0.00	327502.08	0.00
17	ENV SLV(max)	J[4]	-262.93	0.00	191.07	0.00	237493.01	0.00
18	ENV SLV(max)	I[4]	-262.93	0.00	171.50	0.00	237493.01	0.00
18	ENV SLV(max)	J[5]	-262.93	0.00	193.71	0.00	146194.93	0.00
19	ENV SLV(max)	I[5]	-262.93	0.00	163.25	0.00	146194.93	0.00
19	ENV SLV(max)	J[6]	-262.93	0.00	185.59	0.00	58991.22	0.00
20	ENV SLV(max)	I[6]	-262.93	0.00	144.32	0.00	58991.22	0.00
20	ENV SLV(max)	J[7]	-262.93	0.00	166.79	0.00	-18779.98	0.00
21	ENV SLV(max)	I[7]	-214.20	0.00	114.78	0.00	-18779.98	0.00
21	ENV SLV(max)	J[8]	-214.20	0.00	137.38	0.00	-62062.61	0.00
22	ENV SLV(max)	I[8]	-214.20	0.00	74.61	0.00	-62062.61	0.00
22	ENV SLV(max)	J[9]	-214.20	0.00	97.34	0.00	-43084.97	0.00
23	ENV SLV(max)	I[9]	-214.20	0.00	23.71	0.00	-43084.97	0.00
23	ENV SLV(max)	J[10]	-214.20	0.00	46.57	0.00	-6088.40	0.00
24	ENV SLV(max)	I[10]	-214.20	0.00	-38.01	0.00	-6088.40	0.00
24	ENV SLV(max)	J[11]	-214.20	0.00	-15.03	0.00	49613.03	0.00
25	ENV SLV(max)	I[11]	-214.20	0.00	-110.65	0.00	49613.03	0.00
25	ENV SLV(max)	J[12]	-214.20	0.00	-87.55	0.00	124709.39	0.00
26	ENV SLV(max)	I[16]	-90.05	0.00	6.45	0.00	-73613.10	0.00
26	ENV SLV(max)	J[14]	-125.36	0.00	-191.33	0.00	311330.03	0.00
27	ENV SLV(max)	I[16]	-90.05	0.00	76.06	0.00	-73613.10	0.00
27	ENV SLV(max)	J[18]	-54.75	0.00	-84.41	0.00	74563.99	0.00
28	ENV SLV(max)	I[15]	-227.80	0.00	-133.27	0.00	110464.18	0.00
28	ENV SLV(max)	J[17]	-188.87	0.00	108.20	0.00	122255.66	0.00
29	ENV SLV(max)	I[17]	-188.87	0.00	108.20	0.00	122255.66	0.00
29	ENV SLV(max)	J[19]	-149.95	0.00	203.28	0.00	-103560.93	0.00
1	ENV RARA(max)	I[1]	-268.05	0.00	261.74	0.00	329349.18	0.00
1	ENV RARA(max)	J[2]	-268.05	0.00	280.76	0.00	248274.75	0.00
3	ENV RARA(max)	I[12]	-290.29	0.00	-150.99	0.00	120804.97	0.00
3	ENV RARA(max)	J[13]	-290.29	0.00	-137.15	0.00	166209.52	0.00
4	ENV RARA(max)	I[1]	-173.43	0.00	280.27	0.00	329349.18	0.00
4	ENV RARA(max)	J[14]	-167.43	0.00	230.62	0.00	231431.10	0.00
7	ENV RARA(max)	I[18]	-99.93	0.00	-80.62	0.00	112713.39	0.00
7	ENV RARA(max)	J[20]	-95.43	0.00	-87.35	0.00	143925.99	0.00
8	ENV RARA(max)	I[20]	-93.47	0.00	-89.15	0.00	-63981.72	0.00
8	ENV RARA(max)	J[21]	-98.89	0.00	-78.36	0.00	-8266.87	0.00
9	ENV RARA(max)	I[21]	-98.89	0.00	-78.36	0.00	-8266.87	0.00
9	ENV RARA(max)	J[22]	-140.86	0.00	71.89	0.00	214609.00	0.00
10	ENV RARA(max)	I[22]	-140.86	0.00	71.89	0.00	214609.00	0.00
10	ENV RARA(max)	J[23]	-140.86	0.00	338.61	0.00	-96405.92	0.00
11	ENV RARA(max)	I[23]	-140.86	0.00	338.61	0.00	-96405.92	0.00
11	ENV RARA(max)	J[24]	-140.86	0.00	370.62	0.00	-128439.25	0.00
12	ENV RARA(max)	I[24]	-118.46	0.00	-138.17	0.00	-128439.25	0.00
12	ENV RARA(max)	J[19]	-122.96	0.00	-135.17	0.00	-87373.29	0.00
15	ENV RARA(max)	I[15]	-190.46	0.00	222.08	0.00	-28433.68	0.00
15	ENV RARA(max)	J[13]	-196.46	0.00	282.17	0.00	-117810.75	0.00
16	ENV RARA(max)	I[2]	-268.05	0.00	233.63	0.00	248274.75	0.00
16	ENV RARA(max)	J[3]	-268.05	0.00	270.44	0.00	133577.90	0.00
17	ENV RARA(max)	I[3]	-268.05	0.00	204.88	0.00	133577.90	0.00
17	ENV RARA(max)	J[4]	-268.05	0.00	241.82	0.00	85380.55	0.00
18	ENV RARA(max)	I[4]	-268.05	0.00	169.72	0.00	85380.55	0.00
18	ENV RARA(max)	J[5]	-268.05	0.00	206.78	0.00	47671.67	0.00
19	ENV RARA(max)	I[5]	-268.05	0.00	128.12	0.00	47671.67	0.00
19	ENV RARA(max)	J[6]	-268.05	0.00	165.32	0.00	20865.55	0.00

LINEA PESCARA – BARI

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

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	78

20	ENV RARA (max)	I[6]	-268.05	0.00	80.05	0.00	20865.55	0.00
20	ENV RARA (max)	J[7]	-268.05	0.00	117.37	0.00	5362.66	0.00
21	ENV RARA (max)	I[7]	-290.29	0.00	25.43	0.00	5362.66	0.00
21	ENV RARA (max)	J[8]	-290.29	0.00	62.88	0.00	1558.05	0.00
22	ENV RARA (max)	I[8]	-290.29	0.00	-35.25	0.00	1558.05	0.00
22	ENV RARA (max)	J[9]	-290.29	0.00	2.33	0.00	9846.25	0.00
23	ENV RARA (max)	I[9]	-290.29	0.00	-60.24	0.00	9846.25	0.00
23	ENV RARA (max)	J[10]	-290.29	0.00	-22.53	0.00	30622.51	0.00
24	ENV RARA (max)	I[10]	-290.29	0.00	-86.04	0.00	30622.51	0.00
24	ENV RARA (max)	J[11]	-290.29	0.00	-57.21	0.00	65630.27	0.00
25	ENV RARA (max)	I[11]	-290.29	0.00	-121.66	0.00	65630.27	0.00
25	ENV RARA (max)	J[12]	-290.29	0.00	-98.70	0.00	120804.97	0.00
26	ENV RARA (max)	I[16]	-133.68	0.00	5.15	0.00	-14205.73	0.00
26	ENV RARA (max)	J[14]	-167.43	0.00	-191.85	0.00	231431.10	0.00
27	ENV RARA (max)	I[16]	-133.68	0.00	23.50	0.00	-14205.73	0.00
27	ENV RARA (max)	J[18]	-99.93	0.00	-80.62	0.00	112713.39	0.00
28	ENV RARA (max)	I[15]	-190.46	0.00	-191.49	0.00	-28433.68	0.00
28	ENV RARA (max)	J[17]	-156.71	0.00	86.06	0.00	125585.45	0.00
29	ENV RARA (max)	I[17]	-156.71	0.00	86.06	0.00	125585.45	0.00
29	ENV RARA (max)	J[19]	-122.96	0.00	217.24	0.00	-87373.29	0.00
1	ENV FREQ (max)	I[1]	-199.28	0.00	406.91	0.00	210056.52	0.00
1	ENV FREQ (max)	J[2]	-199.28	0.00	419.33	0.00	166746.02	0.00
3	ENV FREQ (max)	I[12]	-300.98	0.00	-151.80	0.00	217077.84	0.00
3	ENV FREQ (max)	J[13]	-300.98	0.00	-137.96	0.00	330817.95	0.00
4	ENV FREQ (max)	I[1]	-177.64	0.00	262.10	0.00	210056.52	0.00
4	ENV FREQ (max)	J[14]	-171.64	0.00	214.24	0.00	114888.00	0.00
7	ENV FREQ (max)	I[18]	-104.14	0.00	-105.37	0.00	284609.27	0.00
7	ENV FREQ (max)	J[20]	-99.64	0.00	-108.67	0.00	332363.17	0.00
8	ENV FREQ (max)	I[20]	-111.36	0.00	-93.36	0.00	-76586.70	0.00
8	ENV FREQ (max)	J[21]	-111.36	0.00	-82.57	0.00	-50197.02	0.00
9	ENV FREQ (max)	I[21]	-111.36	0.00	-82.57	0.00	-50197.02	0.00
9	ENV FREQ (max)	J[22]	-111.36	0.00	7.30	0.00	315951.31	0.00
10	ENV FREQ (max)	I[22]	-111.36	0.00	7.30	0.00	315951.31	0.00
10	ENV FREQ (max)	J[23]	-111.36	0.00	363.39	0.00	-37504.09	0.00
11	ENV FREQ (max)	I[23]	-111.36	0.00	363.39	0.00	-37504.09	0.00
11	ENV FREQ (max)	J[24]	-111.36	0.00	408.13	0.00	-63256.31	0.00
12	ENV FREQ (max)	I[24]	-97.52	0.00	-108.67	0.00	-63256.31	0.00
12	ENV FREQ (max)	J[19]	-102.02	0.00	-105.67	0.00	-31041.54	0.00
15	ENV FREQ (max)	I[15]	-169.52	0.00	263.49	0.00	-71064.69	0.00
15	ENV FREQ (max)	J[13]	-175.52	0.00	327.24	0.00	-170211.38	0.00
16	ENV FREQ (max)	I[2]	-199.28	0.00	328.11	0.00	166746.02	0.00
16	ENV FREQ (max)	J[3]	-199.28	0.00	348.92	0.00	104062.11	0.00
17	ENV FREQ (max)	I[3]	-199.28	0.00	238.18	0.00	104062.11	0.00
17	ENV FREQ (max)	J[4]	-199.28	0.00	259.12	0.00	53695.66	0.00
18	ENV FREQ (max)	I[4]	-199.28	0.00	151.58	0.00	53695.66	0.00
18	ENV FREQ (max)	J[5]	-199.28	0.00	172.65	0.00	16049.31	0.00
19	ENV FREQ (max)	I[5]	-199.28	0.00	68.15	0.00	16049.31	0.00
19	ENV FREQ (max)	J[6]	-199.28	0.00	89.35	0.00	-8489.54	0.00
20	ENV FREQ (max)	I[6]	-199.28	0.00	11.44	0.00	-8489.54	0.00
20	ENV FREQ (max)	J[7]	-199.28	0.00	32.77	0.00	-15866.11	0.00
21	ENV FREQ (max)	I[7]	-300.98	0.00	-16.35	0.00	-15866.11	0.00
21	ENV FREQ (max)	J[8]	-300.98	0.00	5.10	0.00	10752.98	0.00
22	ENV FREQ (max)	I[8]	-300.98	0.00	-44.90	0.00	10752.98	0.00
22	ENV FREQ (max)	J[9]	-300.98	0.00	-23.33	0.00	47304.54	0.00
23	ENV FREQ (max)	I[9]	-300.98	0.00	-74.28	0.00	47304.54	0.00
23	ENV FREQ (max)	J[10]	-300.98	0.00	-52.58	0.00	92062.13	0.00
24	ENV FREQ (max)	I[10]	-300.98	0.00	-104.49	0.00	92062.13	0.00

LINEA PESCARA – BARI

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

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	79

24	ENV	FREQ(max)	J[11]	-300.98	0.00	-82.66	0.00	144635.24	0.00
25	ENV	FREQ(max)	I[11]	-300.98	0.00	-135.53	0.00	144635.24	0.00
25	ENV	FREQ(max)	J[12]	-300.98	0.00	-113.57	0.00	217077.84	0.00
26	ENV	FREQ(max)	I[16]	-137.89	0.00	57.04	0.00	27141.91	0.00
26	ENV	FREQ(max)	J[14]	-171.64	0.00	-135.89	0.00	114888.00	0.00
27	ENV	FREQ(max)	I[16]	-137.89	0.00	0.86	0.00	27141.91	0.00
27	ENV	FREQ(max)	J[18]	-104.14	0.00	-105.37	0.00	284609.27	0.00
28	ENV	FREQ(max)	I[15]	-169.52	0.00	-218.21	0.00	-71064.69	0.00
28	ENV	FREQ(max)	J[17]	-135.77	0.00	33.60	0.00	120200.87	0.00
29	ENV	FREQ(max)	I[17]	-135.77	0.00	33.60	0.00	120200.87	0.00
29	ENV	FREQ(max)	J[19]	-102.02	0.00	156.31	0.00	-31041.54	0.00
1	ENV	QP(max)	I[1]	-200.79	0.00	137.36	0.00	106719.15	0.00
1	ENV	QP(max)	J[2]	-200.79	0.00	149.78	0.00	63649.46	0.00
3	ENV	QP(max)	I[12]	-325.59	0.00	-157.25	0.00	213649.80	0.00
3	ENV	QP(max)	J[13]	-325.59	0.00	-144.01	0.00	258865.26	0.00
4	ENV	QP(max)	I[1]	-194.39	0.00	188.39	0.00	106719.15	0.00
4	ENV	QP(max)	J[14]	-188.39	0.00	147.68	0.00	39605.94	0.00
7	ENV	QP(max)	I[18]	-120.89	0.00	-103.86	0.00	117351.56	0.00
7	ENV	QP(max)	J[20]	-116.39	0.00	-107.15	0.00	152131.51	0.00
8	ENV	QP(max)	I[20]	-109.85	0.00	-110.11	0.00	-114875.92	0.00
8	ENV	QP(max)	J[21]	-109.85	0.00	-99.32	0.00	-83461.36	0.00
9	ENV	QP(max)	I[21]	-109.85	0.00	-99.32	0.00	-83461.36	0.00
9	ENV	QP(max)	J[22]	-109.85	0.00	-9.45	0.00	52501.69	0.00
10	ENV	QP(max)	I[22]	-109.85	0.00	-9.45	0.00	52501.69	0.00
10	ENV	QP(max)	J[23]	-109.85	0.00	80.43	0.00	-36222.76	0.00
11	ENV	QP(max)	I[23]	-109.85	0.00	80.43	0.00	-36222.76	0.00
11	ENV	QP(max)	J[24]	-109.85	0.00	91.21	0.00	-61968.69	0.00
12	ENV	QP(max)	I[24]	-97.50	0.00	-107.15	0.00	-61968.69	0.00
12	ENV	QP(max)	J[19]	-102.00	0.00	-104.16	0.00	-30207.19	0.00
15	ENV	QP(max)	I[15]	-169.50	0.00	253.10	0.00	-133657.60	0.00
15	ENV	QP(max)	J[13]	-175.50	0.00	313.19	0.00	-242646.08	0.00
16	ENV	QP(max)	I[2]	-200.79	0.00	100.31	0.00	63649.46	0.00
16	ENV	QP(max)	J[3]	-200.79	0.00	121.12	0.00	8296.55	0.00
17	ENV	QP(max)	I[3]	-200.79	0.00	61.87	0.00	8296.55	0.00
17	ENV	QP(max)	J[4]	-200.79	0.00	82.80	0.00	-27865.99	0.00
18	ENV	QP(max)	I[4]	-200.79	0.00	26.13	0.00	-27865.99	0.00
18	ENV	QP(max)	J[5]	-200.79	0.00	47.20	0.00	-46193.90	0.00
19	ENV	QP(max)	I[5]	-200.79	0.00	-6.91	0.00	-46193.90	0.00
19	ENV	QP(max)	J[6]	-200.79	0.00	14.28	0.00	-48032.02	0.00
20	ENV	QP(max)	I[6]	-200.79	0.00	-37.30	0.00	-48032.02	0.00
20	ENV	QP(max)	J[7]	-200.79	0.00	-15.98	0.00	-34708.76	0.00
21	ENV	QP(max)	I[7]	-325.59	0.00	-65.03	0.00	-34708.76	0.00
21	ENV	QP(max)	J[8]	-325.59	0.00	-43.58	0.00	-7535.73	0.00
22	ENV	QP(max)	I[8]	-325.59	0.00	-90.14	0.00	-7535.73	0.00
22	ENV	QP(max)	J[9]	-325.59	0.00	-68.56	0.00	32187.93	0.00
23	ENV	QP(max)	I[9]	-325.59	0.00	-112.67	0.00	32187.93	0.00
23	ENV	QP(max)	J[10]	-325.59	0.00	-90.96	0.00	83166.92	0.00
24	ENV	QP(max)	I[10]	-325.59	0.00	-132.62	0.00	83166.92	0.00
24	ENV	QP(max)	J[11]	-325.59	0.00	-110.78	0.00	144097.16	0.00
25	ENV	QP(max)	I[11]	-325.59	0.00	-149.94	0.00	144097.16	0.00
25	ENV	QP(max)	J[12]	-325.59	0.00	-127.98	0.00	213649.80	0.00
26	ENV	QP(max)	I[16]	-154.64	0.00	35.76	0.00	-69067.38	0.00
26	ENV	QP(max)	J[14]	-188.39	0.00	-137.40	0.00	39605.94	0.00
27	ENV	QP(max)	I[16]	-154.64	0.00	-25.48	0.00	-69067.38	0.00
27	ENV	QP(max)	J[18]	-120.89	0.00	-103.86	0.00	117351.56	0.00
28	ENV	QP(max)	I[15]	-169.50	0.00	-242.81	0.00	-133657.60	0.00
28	ENV	QP(max)	J[17]	-135.75	0.00	9.00	0.00	112968.05	0.00

LINEA PESCARA – BARI

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

SL04 SOTTOVIA VIABILITA' NV20A KM 10+340 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	SL	04	00	001	B	80

29	ENV QP(max)	I[17]	-135.75	0.00	9.00	0.00	112968.05	0.00
29	ENV QP(max)	J[19]	-102.00	0.00	114.44	0.00	-30207.19	0.00