

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria



Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

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

IN43 - Tombino scatolare 5,00x2,70 Progr. 24+909,63 (REALIZ. A SPINTA)  
Relazione di calcolo opere di varo

L'Appaltatore  
Ing. Gianguido Babini

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

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

Data 18/12/2022

firma

Data 18/12/2022

firma

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

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Ing. M. Calderoni	Dicembre 2022	Ing. V. Calzona	Dicembre 2022	Ing. S. Canale	Dicembre 2022	
B	Aggiornamento per Rdv n.0263	Ing. S. Martella	Luglio 2023	Ing. V. Calderoni	Luglio 2023	Ing. S. Canale	Luglio 2023	
C	Revisione a seguito di ODI-CC-01	Ing. S. Martella	Ottobre 2023	Ing. M Calderoni	Ottobre 2023	Ing. S. Canale	Ottobre 2023	
								n. Elab.

File: LI0B02EZZCLIN4300002C

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA</b>								
<b>IN43 - Relazione di calcolo opera di varo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IN</b>	<b>43</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>C</b>	<b>1</b>

## INDICE

1.. GENERALITA' .....	2
2.. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO .....	2
3.. ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	2
4.. DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	2
5.. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
6.. MATERIALI.....	5
7.. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	6
8.. AZIONI E SOLLECITAZIONI .....	6
9.. PLATEA DI VARO .....	8
10. MURO REGGISPINTA.....	15

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IN43 - Relazione di calcolo opera di varo</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IN</b>	<b>43</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>2</b>

## 1. GENERALITA'

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al raddoppio ferroviario della Linea Bari - Pescara nella tratta Termoli - Ripalta, per uno sviluppo complessivo di 24.930,52 km.

## 2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Le Analisi e Verifiche nel seguito espone fanno in particolare riferimento alle opere di varo previste nell'ambito della realizzazione del tombino idraulico IN43 previsto lungo l'asse principale di progetto in corrispondenza della pk. 24+909,63.

## 3. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Relazione di calcolo tombino	-	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	C	L	I	N	4	3	0	0	0	0	1
Planimetria di inquadramento e sezioni	1:200	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	P	B	I	N	4	3	0	0	0	0	1
Pianta e sezioni di scavo e fasi costruttive dell'opera	1:200	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	P	A	I	N	4	3	0	0	0	0	1
Carpenteria tombino	1:50	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	B	B	I	N	4	3	0	0	0	0	1
Carpenteria opere di varo	1:50	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	B	B	I	N	4	3	0	0	0	0	2

## 4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il tombino idraulico è costituito da uno scatolare in c.a. da realizzarsi a spinta, previo sostegno del binario con sistema tipo "ESSEN".

Di seguito si riportano in tabella le principali informazioni geometriche per l'opera in esame ed a seguire alcune immagini rappresentative. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

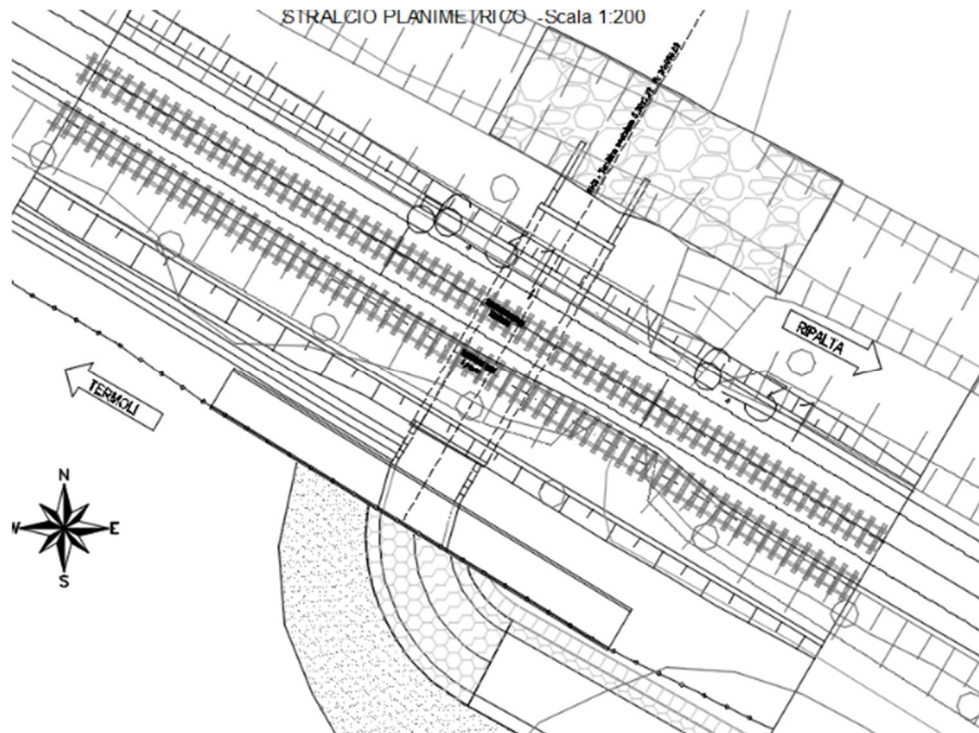
WBS	OPERA	pk. [m]	L (m)	B (m)	H (m)	S <sub>P</sub> (m)	S <sub>T</sub> (m)	S <sub>F</sub> (m)	mensola di fondazione (m)
IN43	Tombino scatolare	24+909.63	18.4	5	2.7	0.6	0.6	0.7	0.10

Dove si è indicato con:

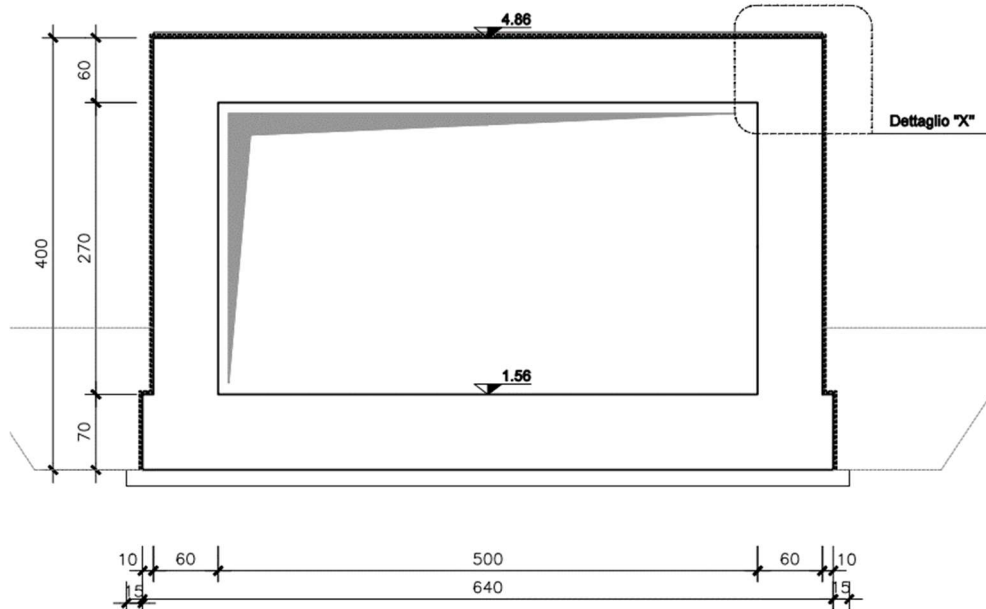
- L : Lunghezza complessiva stimata dell'opera
- B : Larghezza netta interna dell'opera
- H : Altezza netta interna dell'opera
- S<sub>P</sub>, S<sub>T</sub>, S<sub>F</sub> : Spessore piedritti, traverso, fondazione

**IN43 - Relazione di calcolo  
opera di varo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	43	00	002	B	3



**Figura 1 – Inquadramento planimetrico**



**Figura 2 – Sezione trasversale tipo**

Per ogni dettaglio relativo si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>IN43 - Relazione di calcolo opera di varo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IN</b>	<b>43</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>4</b>

## 5. 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:

L. n. 64 del 2/2/1974 "Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

L. n. 1086 del 5/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);

Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;

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.

Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.

RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.

RFI DTC SI SP IFS 001 C- Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.

CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IN43 - Relazione di calcolo opera di varo</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	43	00	002	B	5

## 6. MATERIALI

Calcestruzzo armato Opere	
Classe di resistenza	C 25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck}/1.5 = 14.17 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 31476 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (RFI DTC SI MA IFS 001 A)	$\sigma_c = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_c = 0.60f_{ck} = 15.00 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)

Acciaio per barre di armatura	
Tipo	B 450 C
Tensione caratteristica di rottura	$f_{yd} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yd} \geq 450 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (RFI DTC SI MA IFS 001 A)	$\sigma_{lim} = 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_{lim} = 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IN43 - Relazione di calcolo opera di varo</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	43	00	002	B

## 7. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Dall'esame di quanto riportato nella relazione geotecnica generale e nel profilo geotecnico, emerge come l'unità di interesse ai fini delle calcolazioni sia la ga2, costituita da sabbie/sabbie limose, della quale si riportano gli intervalli di variazione dei principali parametri geotecnici.

### Unità ga2 – Sabbia, sabbia limosa (Depositi costieri attuali e recenti)

$\gamma = 19.5 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

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

$\varphi' = 30 \div 35^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$N_{spt} = 10 \div R$  numero di colpi da prova SPT

$G_0 = 70 \div 500 \text{ MPa}$  modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_0 = 180 \div 1300 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale

Ai fini del dimensionamento delle opere di varo, in analogia a quanto fatto per il monolite, si è operato attraverso i seguenti parametri di progetto:

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

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

$\varphi' = 33^\circ$  angolo di resistenza al taglio

Il livello di falda locale è al livello del piano campagna. La presenza della falda non viene considerata nei calcoli poiché verrà previsto un sistema di aggettamento dell'acqua in modo da rendere possibile le lavorazioni.

## 8. AZIONI E SOLLECITAZIONI

La platea di varo deve essere dimensionata per sopportare le sollecitazioni derivanti dal peso e dallo scorrimento del monolite sulla stessa. La platea di varo è collegata al muro reggispinga, necessario per garantire la necessaria azione di contrasto ai martinetti durante le fasi di spinta.

All'inizio delle operazioni di spinta, i martinetti di spinta devono vincere l'attrito tra l'intradosso fondazione e la platea di varo. Il coefficiente di attrito di primo distacco può raggiungere valori di poco superiori all'unità: si assume tuttavia il valore 1.00.

Non è presente alcun attrito del terreno sulle pareti laterali dell'opera. Il coefficiente di attrito assunto è sicuramente cautelativo in virtù degli accorgimenti tecnici assunti per favorire il distacco e lo scivolamento tra le due superfici (fogli di tessuto non tessuto del peso di 200gr/mq con interposto uno strato di scorrimento formato da due fogli a contatto di polietilene cerato del peso di 300gr/mq).

In tale configurazione la platea di varo è soggetta a prevalenti azioni di sforzo normale di trazione. Quest'ultimo è generato dalle azioni di attrito con la fondazione del monolite.

La spinta sull'apparato di contrasto inizia a manifestarsi dopo il distacco del manufatto dalla platea di varo.

Questa configurazione corrisponde alla fase in cui il monolite è uscito dalla platea di varo e la spinta è nelle fasi finali.

In questa fase è massima la spinta che deve assorbire l'apparato di contrasto.

La spinta totale necessaria a terminare l'infissione risulta quindi:

$$RTOT = RPUNTA + RSUP + RLAT + RINF;$$

con rispettivamente:

RPUNTA : Resistenza all'avanzamento della punta;

RSUP : Resistenza su estradosso soletta superiore;

RLAT : Resistenza laterale su pareti (esterno);

RINF : Resistenza su soletta inferiore (intradosso).

A favore di sicurezza si ipotizza il monolite appesantito internamente dalle macchine operatrici nonché dalla presenza di terreno di risulta dello scavo quantificabile in un sovraccarico uniforme pari a 15.0 kN/mq che interessa tutta la soletta di base del monolite.

A favore di sicurezza si è trascurato il contributo resistente fornito dalla platea di varo che si oppone alle azioni dei martinetti di spinta tramite l'attrito sul terreno dovuto al suo peso proprio.

MANDATARIA  	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IN 43 00</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>

**RESISTENZA D'ATTRITO IN FASE DI SPINTA**

peso specifico del terreno	$\gamma$	20.00 kN/m <sup>3</sup>
coesione	$c'$	0.00 kN/m <sup>2</sup>
angolo d'attrito interno del terreno del rilevato e attrito terreno-tombino	$\delta_L = \phi_L$	33.00 °
angolo d'attrito terreno sotto al tombino e attrito terreno-tombino	$\delta_S = \phi_S$	33.00 °
coefficiente di spinta a riposo	$k_0 = (1 - \sin \phi)$	0.455
Altezza scatolare esterno	H	4.00 m
Larghezza scatolare esterno	B	6.40 m
Altezza scatolare interno	h	2.70 m
Larghezza scatolare interno	b	5.00 m
area sezione scatolare	$A_m$	12.10 m <sup>2</sup>
perimetro esterno	$P_e$	20.80 m
perimetro interno	$P_i$	15.40 m
Lunghezza scatolare finito (media)	$L_s$	18.77 m
Lunghezza di spinta	L	21.32 m
Altezza media terreno di ricoprimento	$h_t$	1.28 m
Lunghezza ricoprimento superiore.	$L_r$	0.00 m
Approfondimento medio scatolare (distanza tra baricentro scatolare e terreno superiore)	$Z_m$	3.51 m
Lunghezza soletta inferiore scatolare in aggiunta	b1	0.00 m
Lunghezza parete rostro max	b2	4.51 m
Lunghezza parete rostro min	b3	4.51 m
Area travi del rostro	At	0.48 m <sup>2</sup>
Spessore pareti	s1	0.60 m
Lunghezza travi rostro	Lt	5.00 m
Spessore soletta inferiore	s3	0.00 m
peso monolite	$P_1 = A_m * \gamma_{cls} * L_s + B * 0.5 * b_1 * s_3 * \gamma_{cls} + A_t * L_t * \gamma_{cls} + H * (b_2 + b_3) * 0.5 * s_1 * \gamma_{cls}$	6008.53 kN
peso terrapieno su superficie	$P_2 = \gamma * h_t * L_r$	0.00 kN
peso macchine operatrici e terreno all'interno per metro quadro (15kN/m <sup>2</sup> )	$P_3 = q_{macchine} * b * L_s$	1407.75 kN
peso totale	$P_1 + P_2 + P_3$	7416.28 kN
superficie laterale scatolare	$S_L = 2 * H * L$	170.56 m <sup>2</sup>
tensione orizzontale media del terreno	$\sigma_{hm} = \gamma * Z_m * k_0$	31.97 kN/m <sup>2</sup>
attrito laterale	$R_{LAT} = \sigma_{hm} * S_L * \text{tg}(\delta)$	3540.69 kN
attrito superiore	$R_{SUP} = P_2 * \text{tg}(\delta)$	0.00 kN
attrito inferiore	$R_{INF} = (P_1 + P_2 + P_3) * \text{tg}(\delta)$	4816.19 kN
resistenza all'avanzamento della testa	$R_{PUNTA} = A_m * \gamma * Z_m * k_0$	386.79 kN
<b>FORZA D'ATTRITO TOTALE</b>	$R_{TOT} = R_{LAT} + R_{SUP} + R_{INF} + R_{PUNTA}$	<b>8743.66 kN</b>
<b>SPINTA DI PRIMO DISTACCO</b>	$S_i = (P_1) * 1$	<b>6008.53 kN</b>



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IN 43 00</b>			PROGR <b>002</b>

## 9. PLATEA DI VARO

Il calcolo della platea di varo è effettuato nell'ipotesi che l'armatura longitudinale nella stessa sia in grado di assorbire l'azione di attrito trasmessa dal monolite in fase di spinta.

### PLATEA DI VARO IN FASE DI SPINTA

Tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio B450C	$f_{yd}$	391.00	MPa
Coefficiente moltiplicativo dei carichi	$\gamma_{SLU}$	1.50	-
Larghezza Platea di varo	$B_{pv}$	6.82	m
Spinta distribuita di primo distacco agente sulla platea	$s_d = S_d / B_{pv}$	881	kN/m
Sforzo assiale di progetto	$S_{1,d} = S_1 \times \gamma_{SLU}$	1322	kN/m
Area minima di armatura resistente	$A_{s,min} = S_{1,d} / f_{yd}$	3380	mm <sup>2</sup>
Diametro barra longitudinale strato 1	$\phi_{long1}$	24	mm
Passo delle barre longitudinali strato 1	$p_1$	100	mm
Numero barre longitudinali a trazione strato 1	$n_1$	10	-
Diametro barra longitudinale strato 2	$\phi_{long2}$	0	mm
Passo delle barre longitudinali strato 2	$p_2$	5	mm
Numero barre longitudinali a trazione strato 2	$n_2$	200	-
Area resistente di acciaio nella soletta (longitudinale)	$A_{s,eff} = (\phi_{long1})^2 \times \pi / 4 \times n_1 + (\phi_{long2})^2 \times \pi / 4 \times n_2$	4524	mm <sup>2</sup>
Diametro barra trasversale	$\phi_{tr}$	20	-
Passo barre trasversali	$p_{tr}$	200	mm
Numero barre trasversali (superiore+ inferiore)	$n_{tr}$	5	-
Area minima resistente di acciaio nella soletta (trasversale)	25% $A_{s,eff}$	1131	mm <sup>2</sup>
Area resistente di acciaio nella soletta (trasversale)	$A_{s,transv} > 25\% A_{s,eff}$	1571	mm <sup>2</sup>
	$N_{Ed,T2}$	1322	kN/m
	$N_{Rd,T2}$	1769	kN/m
	$\alpha$	23	°
	$N_{Ed,T1}$	561	kN/m
Diametro barra verticale (muro)	$\phi_v$	20	-
Passo barre verticale (muro)	$p_v$	100	mm
Numero barre verticali (muro)	$n_v$	10	-
Area resistente di acciaio nel muro	$A_{s,eff} = (\phi_v)^2 \times \pi / 4 \times n_v$	3142	mm <sup>2</sup>
	$N_{Rd,T1}$	1228	kN/m
Braccio delle forze tra C e T2	$B_{forze}$	0.45	m
	$M$	595	kNm/m

In direzione trasversale si dispone in soletta armatura di ripartizione sia all'estradosso che all'intradosso della soletta pari a circa il 25% dell'armatura longitudinale principale.

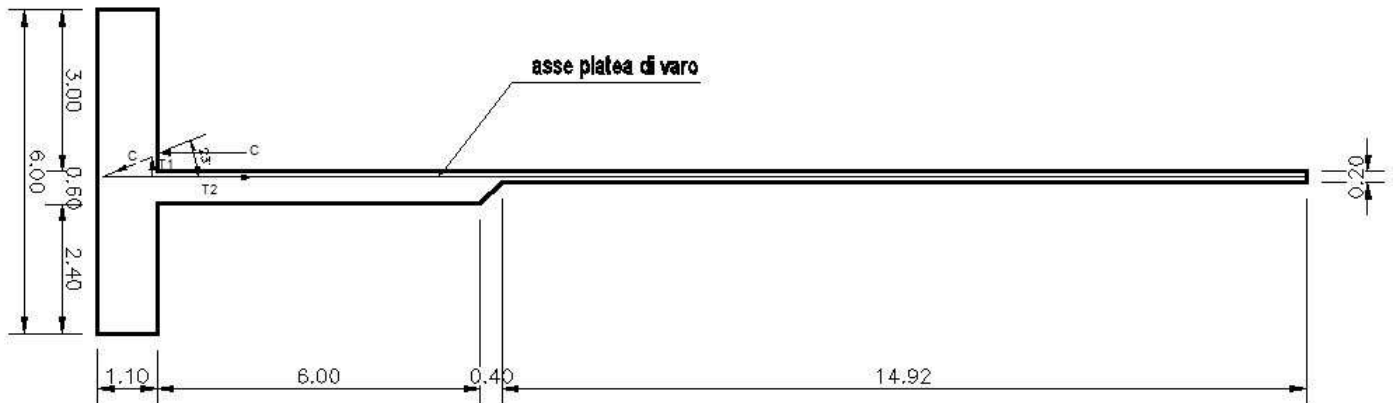
Lo sforzo di trazione agente sulla platea di varo varia linearmente dal valore massimo calcolato nella sezione di attacco al muro reggispinta sino al valore nullo all'estremità opposta.

La platea di varo è soggetta ad azioni taglianti trascurabili, pertanto la relativa verifica a taglio viene omessa.

L'azione di spinta applicata dai martinetti e la corrispettiva azione di tiro impressa dalla soletta di varo valgono  $s_{1,d} = 1322$  kN/m.

Il muro reggispinta è quindi sottoposto ad un regime di sforzi le cui risultanti di trazione e compressione si esplicano come in figura a seguire:

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IN 43 00</b>			PROGR <b>002</b>



**Figura 3 – Sollecitazioni agenti all'interno del muro reggispinta al primo distacco**

Il corrente teso inferiore (T2) sottopone a trazione le barre di armatura della soletta di varo, costituite da 10 $\phi$ 24/m ( $A_s = 4524 \text{ mm}^2/\text{m}$ ) da cui  $NRd,T2 = 4524 * 391/1000 = 1769 \text{ kN/m} \geq NEd,T2 = 1322 \text{ kN/m}$ .

Il corrente teso verticale (T1) sarà invece armato mediante 5 $\phi$ 20/m ( $A_s = 1521 \text{ mm}^2/\text{m}$ ) dovendo sopperire ad un tiro di intensità pari a  $NEd,T1 = NEd,T2 * \text{tg}17^\circ = 561 \text{ kN/m}$ .

$NRd,T1 = 1521 * 391.3/1000 = 614 \text{ kN/m}$ .

La spinta esercitata dai martinetti sul muro reggispinta e la risultante delle trazioni che si producono nella platea di varo risultano agenti a quote differenti. La differenza di quota tra il punto di applicazione della forza e della reazione è pari a 0.70m. Gli effetti indotti dalla coppia torcente  $M = 1322 * 0.45 = 595 \text{ kNm/m}$  applicata al sistema sono stati analizzati mediante un semplice modello di calcolo, come trave appoggiata su molle, implementato con Midas Civil.

La caratteristica elastica della generica molla viene calcolata attraverso la formulazione di Vogt:

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{bt^2 \cdot bl}}$$

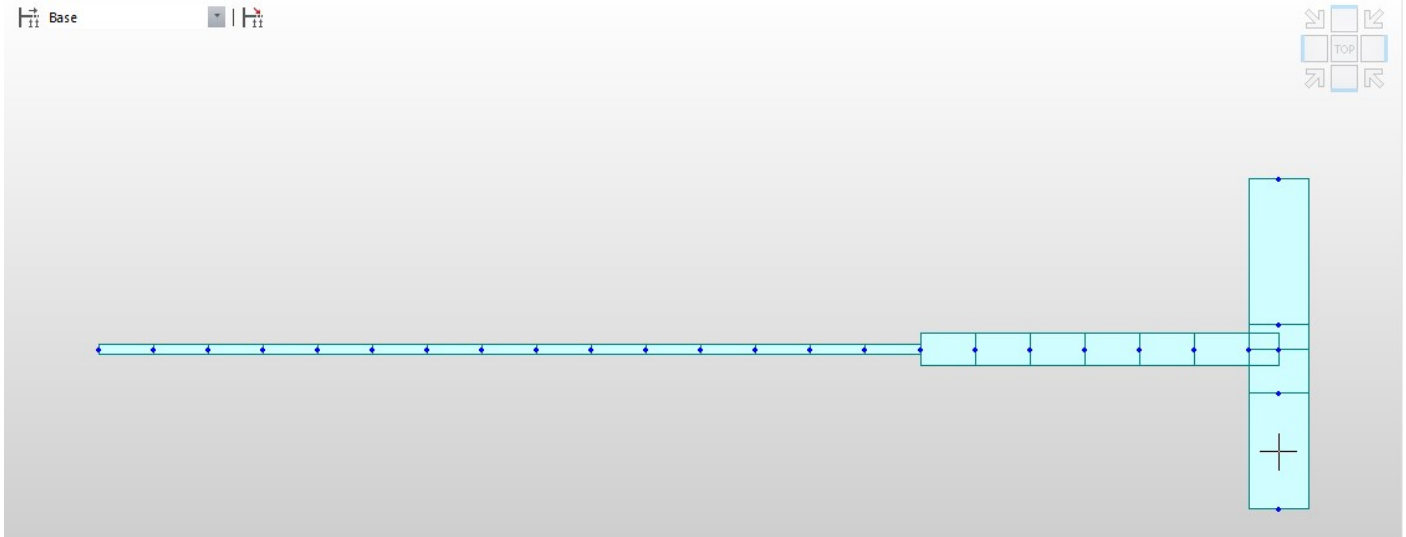
- $K_s$  = costante di sottofondo [ $F/L^3$ ]
- $bt$  = dimensione trasversale dell'opera
- $bl$  = dimensione longitudinale dell'opera
- $E$  = modulo di Young del terreno

#### **Terreno di fondazione**

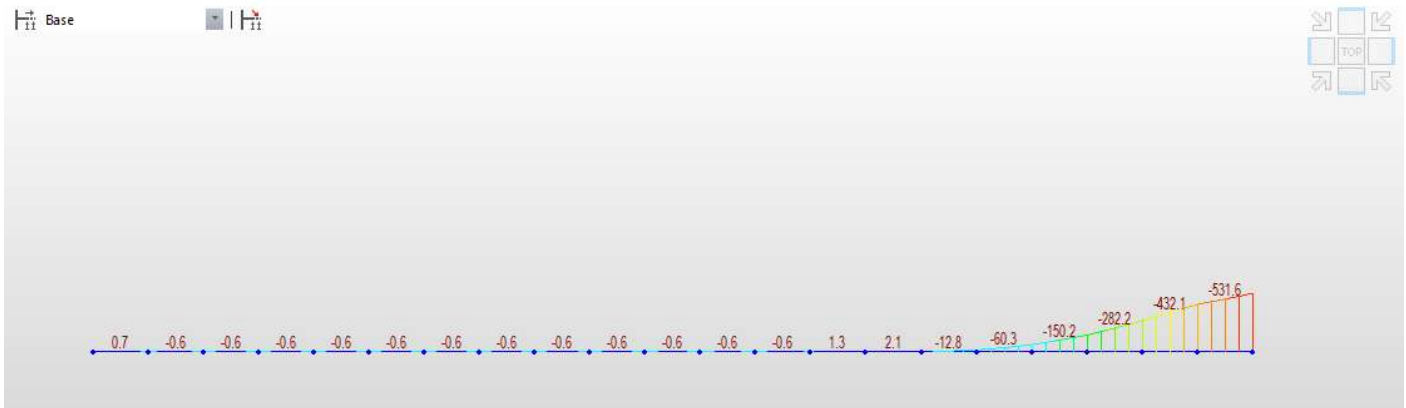
Modulo di Young	E	740000.00	kN/m <sup>2</sup>	
costante molla	kv	88735	kN/m <sup>3</sup>	(Vogt)

A seguire l'immagine della geometria del modello e le sollecitazioni flettenti prodotte sui singoli elementi strutturali. Le verifiche di resistenza verranno condotte con riferimento alla sola soletta di varo.

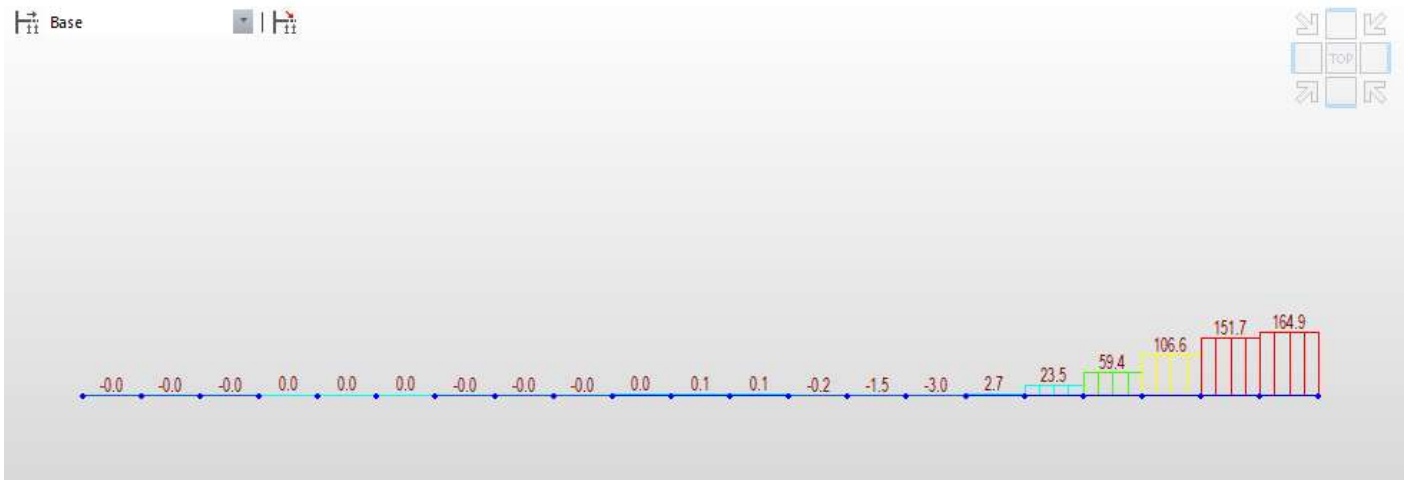
MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>LI0B</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>FASE</b> <b>E</b>	<b>ENTE</b> <b>ZZ</b>	<b>TIPO DOC</b> <b>CL</b>	<b>OPERA 7 DISCIPLINA</b> <b>IN 43 00</b>			<b>PROGR</b> <b>002</b>



**Figura 4 Geometria del modello di calcolo al primo distacco.**



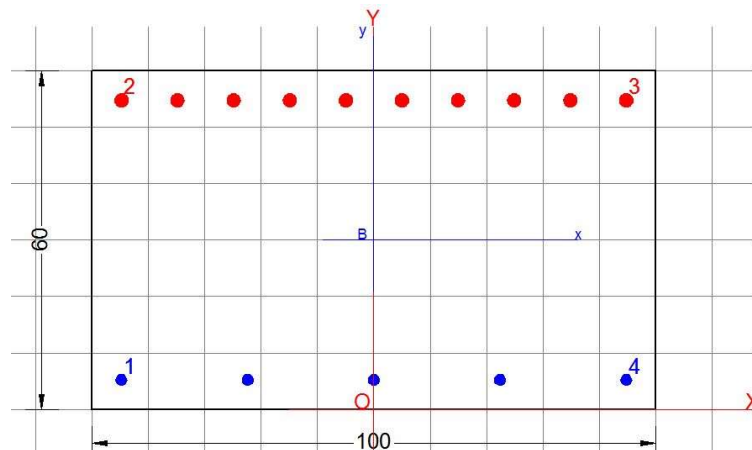
**Figura 5 Sollecitazioni Flettenti nella soletta al primo distacco**



**Figura 6 Sollecitazioni di Taglio nella soletta al primo distacco**

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IN 43 00</b>			PROGR <b>002</b>

Elemento strutturale	Armatura Principale
Sez.60cm (fino a 6m dal filo del muro)	1 $\phi$ 24/10 sup. longitudinale 1 $\phi$ 20/20 inf. longitudinale
Sez.20cm	1 $\phi$ 20/20 sup. longitudinale 1 $\phi$ 20/20 inf. longitudinale



#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: PLATEA0.6

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di calcolo fcd:	14.160 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa

MANDATARIA  	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
<b>LI0B</b>		<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IN</b>	<b>43</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	12

Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	60.0
3	50.0	60.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.8	5.2	20
2	-44.8	54.8	24
3	44.8	54.8	24
4	44.8	5.2	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	8	24
2	1	4	3	20

MANDATARIA  	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	43	00	002	B	13

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-532.00	0.00	0.00	0.00

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$								
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa								

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-532.00	0.00	0.00	-887.67	0.00	1.669	45.2(8.1)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrip. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IN 43 00</b>			PROGR <b>002</b>

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00502	-50.0	0.0	0.00178	-44.8	5.2	-0.01465	44.8	54.8

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000331255	0.003500000	0.193	0.700

#### Shear force check (SLU)

<b>V<sub>ed,S1</sub></b> =	<b>165.0</b>	kN	design Shear Force
H <sub>cord.</sub> =	600	mm	height of section
B <sub>cord.</sub> =	1000	mm	width of section
CLS=	<b>C25/30</b>	-	concrete
f <sub>ck</sub> =	24.9	N/mm <sup>2</sup>	characteristic compressive strength
f <sub>cd</sub> =	14.1	N/mm <sup>2</sup>	design compressive strength
c=	52	mm	cover
n <sub>bar.</sub> =	10	-	number of longitudinal bars
Φ <sub>bar.</sub> =	24	mm	diameter of longitudinal bars
A <sub>bar.</sub> =	4524	mm <sup>2</sup>	area of longitudinal bars
b <sub>st</sub> =	2.5	-	number of branches of stirrups
Φ <sub>st</sub> =	12	mm	diameter of stirrups
s=	400	mm	spacing
A <sub>st</sub> =	283	mm <sup>2</sup>	area of stirrups
d=	524	mm	effective height of cross section
ρ <sub>l</sub> =	0.00863	-	

#### **Section without shear reinforcement**

k=	1.618	-	
v <sub>min</sub> =	0.359	-	
σ <sub>cp</sub> =	0.00	N/mm <sup>2</sup>	
<b>V<sub>Rd</sub></b> =	<b>282.9</b>	<b>kN</b>	<b>Shear resistance ok!</b>

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IN</b>	<b>43</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>15</b>

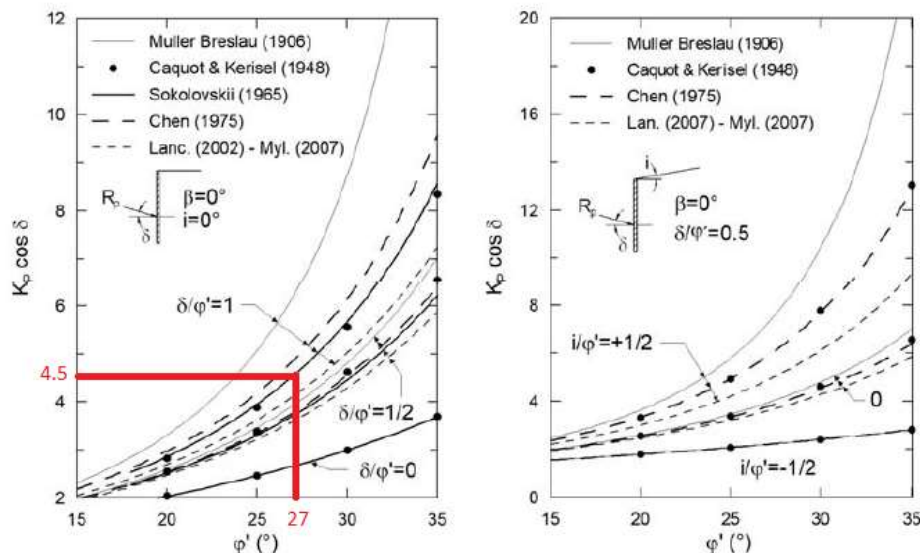
## 10. MURO REGGISPINTA

Durante l'infissione vengono ad aggiungersi alle forze che si oppongono all'avanzamento della struttura anche gli attriti laterali. La massima reazione del terreno a tergo della parete di spinta viene valutata in funzione dell'angolo di attrito. La spinta massima sul monolite in fase di infissione deve essere equilibrata dalla spinta passiva del terreno retrostante al muro reggispinta, valutata sull'altezza del muro.

Il coefficiente di spinta passiva è determinato secondo la teoria di Caquot-Kerisel ipotizzando una superficie di rottura del terreno di tipo curvilineo. Si ipotizza inoltre l'attrito tra terreno e muro pari all'angolo di attrito del terreno ( $\delta = \phi'$ ). Si riporta di seguito il grafico utilizzato per il calcolo del coefficiente di spinta passivo. In relazione alle condizioni in sito, il terreno a tergo dell'opera sarà realizzato con materiale rimaneggiato con angolo di attrito assunto a favore di sicurezza pari a  $27^\circ$ . Si ricava un valore pari a  $K_p \cdot \cos \delta = 4.5$ . Da cui  $K_p = 4.5 / \cos 27^\circ = 5$ .

*S. Rampello, L. Callisto, L. Masini*

13



Confronto tra i valori di  $K_p \cdot \cos \delta$  ottenuti in condizioni statiche da alcune soluzioni di letteratura.

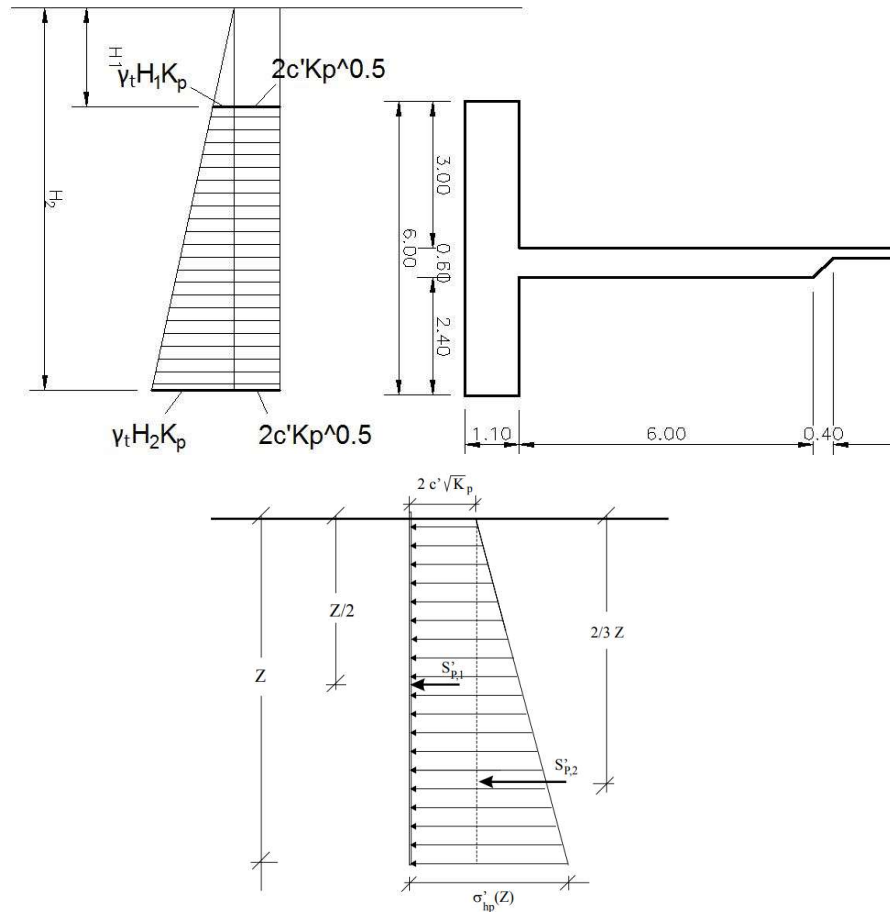
**Figura 7 Determinazione del coefficiente di spinta passiva**

Per il calcolo della spinta passiva si fa riferimento al seguente schema.



**IN43 - Relazione di calcolo  
opera di varo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	43	00	002	B	16



**Figura 8 Schema di calcolo della spinta passiva.**

Per il calcolo dell'armatura orizzontale si assume l'ipotesi che la spinta venga ripartita uniformemente sull'intera lunghezza della parete considerando l'interasse massimo tra i martinetti come distanza tra due appoggi.

Assumendo il valore massimo di pressione unitaria:

$$p = S_T / L_{ms}$$

il momento e il taglio considerando la struttura di ripartizione come una trave continua su più appoggi, i cui appoggi sono costituiti dai martinetti valgono:

$$M = pl^2 / 12$$

$$T = pl / 2$$

con  $l$  = interasse martinetti

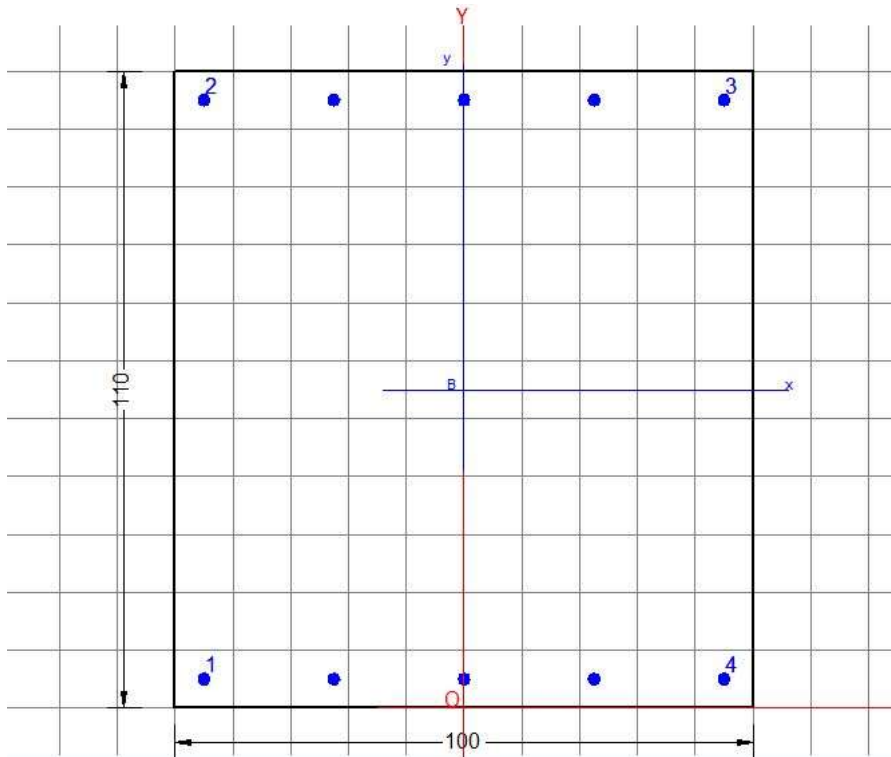
Si ha:

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IN 43 00</b>			PROGR <b>002</b>

**Verifica del muro reggispinta (armature orizzontali)**

Spinta totale di infissione	$R_{TOT}$	8744	kN
Coefficiente moltiplicativo dei carichi	$\gamma_{SLU}$	1.50	-
Spinta di progetto	$S_{T,d} = R_{TOT} \times \gamma_{SLU}$	13115	kN
Inizio muro reggispinta	$H_1$	0.00	m
Fine muro reggispinta	$H_2$	6.00	m
Lunghezza muro di spinta	$L_{ms}$	8.00	m
Coefficiente di spinta passiva	$K_p$	5	-
Pressione dovuta alla spinta passiva in testa al muro	$\sigma_{p1} = K_p \times \gamma_{12} \times H_1 + 2c_2 \times K_p \times 0.5$	0	kN/m <sup>2</sup>
Pressione dovuta alla spinta passiva alla base del muro	$\sigma_{p2} = K_p \times \gamma_{12} \times H_2 + 2c_2 \times K_p \times 0.5$	600	kN/m <sup>2</sup>
Spinta passiva resistente	$R = (\sigma_{p1} + \sigma_{p2}) \times L_{ms} \times (H_2 - H_1) / 2$	14400	kN
Coefficiente di sicurezza	$FS = R / S_{T,d}$	1.10	-
Pressione agente sul muro reggispinta al metro	$p = S_{T,d} / L_{ms}$	1639	kN/m
Interasse martinetti (n.2)	$l$	5.00	m
Momento sul muro reggispinta	$M_{SLU} = 1/12 p l^2$	3415	kNm
Taglio sul muro reggispinta	$T_{SLU} = 1/2 p l$	4099	kN
Momento sul muro reggispinta al metro	$m_{SLU} = M_{SLU} / (H_2 - H_1)$	569	kNm/m
Taglio sul muro reggispinta al metro	$t_{SLU} = T_{SLU} / (H_2 - H_1)$	683	kN/m

La sezione è armata con 5 $\phi$ 20 esterni e interni e spille  $\phi$ 14/40x40.



**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: MURO ORIZ**

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi

Tipologia sezione: Sezione generica

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IN 43 00</b>			PROGR <b>002</b>

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30

Resis. compr. di calcolo fcd: 14.160 MPa

Resis. compr. ridotta fcd': 7.080 MPa

Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020

Def.unit. ultima ecu: 0.0035

Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo

Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa

Resis. media a trazione fctm: 2.560 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk: 450.00 MPa

Resist. caratt. rottura ftk: 450.00 MPa

Resist. snerv. di calcolo fyd: 391.30 MPa

Resist. ultima di calcolo ftd: 391.30 MPa

Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068

Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale

Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	110.0
3	50.0	110.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	5.0	20
2	-45.0	105.0	20
3	45.0	105.0	20

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**IN43 - Relazione di calcolo  
opera di varo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	43	00	002	B	19

4                                      45.0                                      5.0                                      20

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	3	20
2	1	4	3	20

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	569.00	0.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	20.5 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IN43 - Relazione di calcolo opera di varo</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	43	00	002	B	20

My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	569.00	0.00	0.00	631.47	0.00	1.110	15.7(15.5)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00347	-0.02840	-50.0	110.0	0.00009	-45.0	105.0	-0.06750	-45.0	5.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000675881	-0.070879405	0.049	0.700

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IN 43 00</b>			PROGR <b>002</b>

### Shear force check (SLU)

$V_{ed,s1} =$	<b>683.0</b>	kN	design Shear Force
$H_{cord.} =$	<b>1100</b>	mm	height of section
$B_{cord.} =$	<b>1000</b>	mm	width of section
$CLS =$	<b>C25/30</b>	-	concrete
$f_{ck} =$	24.9	N/mm <sup>2</sup>	characteristic compressive strength
$f_{cd} =$	14.1	N/mm <sup>2</sup>	design compressive strength
$c =$	<b>52</b>	mm	cover
$n_{bar.} =$	<b>5</b>	-	number of longitudinal bars
$\Phi_{bar.} =$	<b>20</b>	mm	diameter of longitudinal bars
$A_{bar.} =$	1571	mm <sup>2</sup>	area of longitudinal bars
$b_{st} =$	<b>2.5</b>	-	number of branches of stirrups
$\Phi_{st} =$	<b>14</b>	mm	diameter of stirrups
$s =$	<b>400</b>	mm	spacing
$A_{st} =$	385	mm <sup>2</sup>	area of stirrups
$d =$	1024	mm	effective height of cross section
$\rho_l =$	0.00153	-	

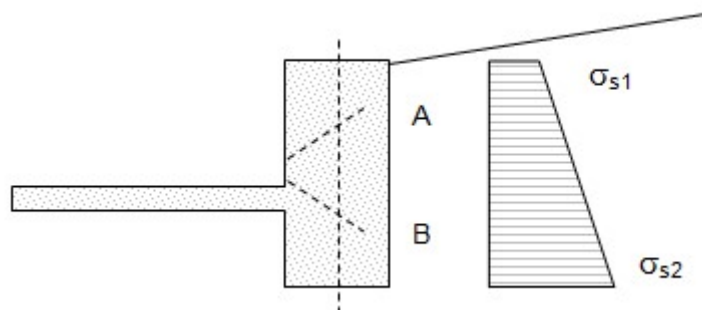
### Section without shear reinforcement

$k =$	1.442	-	
$v_{min} =$	0.302	-	
$\sigma_{cp} =$	0.00	N/mm <sup>2</sup>	
$V_{Rd} =$	<b>309.7</b>	kN	<b>Shear resistance no!</b>

### Section with shear reinforcement

$\alpha =$	<b>90</b>	°	inclination of stirrups
$\theta =$	<b>22</b>	°	inclination of compressed struts
$f'_{cd} =$	7.1	N/mm <sup>2</sup>	reduced compressive strength
$\alpha_c =$	1.000	-	increment coefficient for compression
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	design yield stress
$V_{Rsd} =$	<b>858.8</b>	kN	<b>Shear resistance sustained by yieldin of shear reinforcement</b>
$V_{Rcd} =$	<b>2258.3</b>	kN	<b>Shear resistance limited by crushing of concrete struts</b>
$V_{Rd} =$	<b>858.8</b>	kN	<b>ok!</b>
<b>c.s. (<math>V_{Rd}/V_{ed,v}</math>) =</b>	<b>1.26</b>		

Per il calcolo dell'armatura verticale si assume la configurazione seguente:



Al fine di valutare le sollecitazioni nelle sezioni critiche della parete di spinta si fa riferimento ad un diagramma della reazione del terreno fittizio. Di seguito si valutano il valor medio della reazione del terreno, le pressioni in testa e al piede del muro e il momento di verifica nella sezione B calcolato a favore di sicurezza:

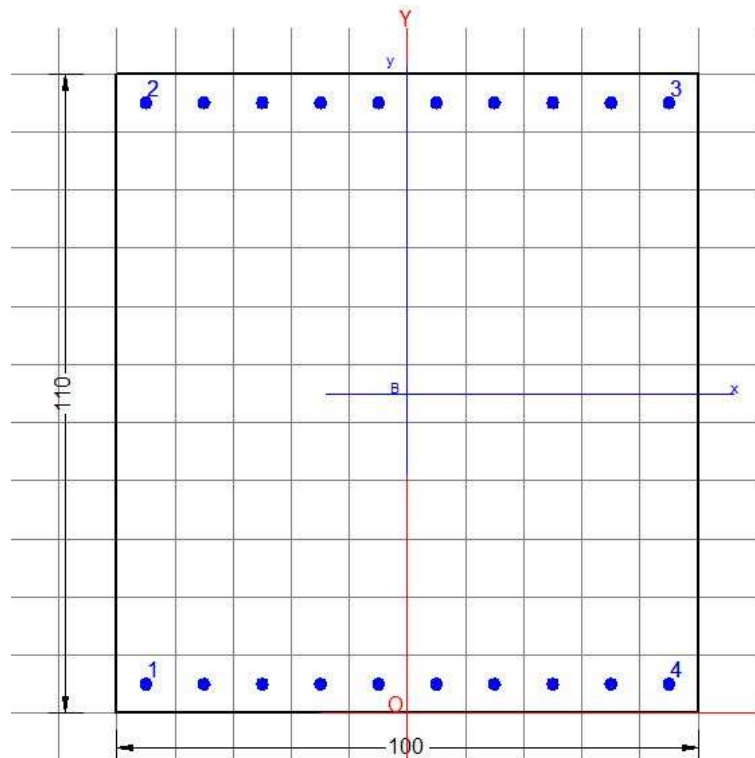
**IN43 - Relazione di calcolo  
opera di varo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	43	00	002	B	22

**Verifica del muro reggispinta (armature verticali)**

Spinta totale di infissione	$R_{TOT}$	8744	kN
Coefficiente moltiplicativo dei carichi	$\gamma_{SLU}$	1.50	-
Spinta di progetto	$S_{T,d}=R_{TOT} \times \gamma_{SLU}$	13115	kN
Altezza muro di spinta	$h_{ms}$	6.00	m
Lunghezza muro di spinta	$L_{ms}$	8.00	m
Eccentricità della forza	$b_s$	0.45	m
Pressione media	$\sigma_{tm}=S_{T,d}/(L_{ms} \times h_{ms})$	273.24	kN/m <sup>2</sup>
Pressione massima	$\sigma_{s1}=\sigma_{tm}+S_{T,d} \times b_{ecc}/(L_{ms} \times h_{ms}^2/6)$	396.20	kN/m <sup>2</sup>
Pressione minima	$\sigma_{s2}=\sigma_{tm}-S_{T,d} \times b_{ecc}/(L_{ms} \times h_{ms}^2/6)$	150.28	kN/m <sup>2</sup>
Spessore muro	$S_{ms}$	1.10	m
Altezza muro sopra la platea	$h_{ms2}$	3.00	m
Distanza sezione di verifica A da testa muro	$H_A=h_{ms2}-(b_s+S_{ms}/2)$	2.00	m
Distanza sezione di verifica B da base muro	$H_B=h_{ms}-h_{ms2}-S_{ms}/2$	2.45	m
Pressione nella sezione A	$\sigma_A$	232.25	kN/m <sup>2</sup>
Pressione nella sezione B	$\sigma_B$	295.78	kN/m <sup>2</sup>
Momento nella sezione A	$M_A$	355.21	kNm/m
Momento nella sezione B	$M_B$	1088.63	kNm/m
Taglio nella sezione A	$V_A$	382.54	kN/m
Taglio nella sezione B	$V_B$	847.67	kN/m

La sezione è armata con 10 $\phi$ 20 esterni e interni e spille  $\phi$ 14/40x40.



**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: MURO VERT**

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi

Tipologia sezione: Sezione generica

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IN43 - Relazione di calcolo</b> <b>opera di varo</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IN 43 00</b>			PROGR <b>002</b>

Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO -** Classe: C25/30  
Resis. compr. di calcolo fcd: 14.160 MPa  
Resis. compr. ridotta fcd': 7.080 MPa  
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020  
Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa  
Resis. media a trazione fctm: 2.560 MPa

**ACCIAIO -** Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.00 MPa  
Resist. caratt. rottura ftk: 450.00 MPa  
Resist. snerv. di calcolo fyd: 391.30 MPa  
Resist. ultima di calcolo ftd: 391.30 MPa  
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	110.0
3	50.0	110.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-45.0	5.0	20



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IN43 - Relazione di calcolo opera di varo</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	43	00	002	B	24

2	-45.0	105.0	20
3	45.0	105.0	20
4	45.0	5.0	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	8	20
2	1	4	8	20

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1089.00	0.00	0.00	0.00

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.0 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IN43 - Relazione di calcolo opera di varo</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	43	00	002	B	25

N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1089.00	0.00	0.00	1246.50	0.00	1.145	31.4(15.5)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02213	-50.0	110.0	0.00078	-45.0	105.0	-0.05359	-45.0	5.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000543729	-0.056310210	0.061	0.700

**IN43 - Relazione di calcolo  
opera di varo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IN	43	00	002	B	26

**Shear force check (SLU)**

$V_{ed,S1}$	=	<b>848.0</b>	kN	design Shear Force
$H_{cord.}$	=	1100	mm	height of section
$B_{cord.}$	=	1000	mm	width of section
CLS	=	<b>C25/30</b>	-	concrete
$f_{ck}$	=	24.9	N/mm <sup>2</sup>	characteristic compressive strength
$f_{cd}$	=	14.1	N/mm <sup>2</sup>	design compressive strength
c	=	<b>52</b>	mm	cover
$n_{bar.}$	=	<b>10</b>	-	number of longitudinal bars
$\Phi_{bar.}$	=	<b>20</b>	mm	diameter of longitudinal bars
$A_{bar.}$	=	3142	mm <sup>2</sup>	area of longitudinal bars
$b_{st.}$	=	<b>2.5</b>	-	number of branches of stirrups
$\Phi_{st.}$	=	<b>14</b>	mm	diameter of stirrups
s	=	<b>400</b>	mm	spacing
$A_{st.}$	=	385	mm <sup>2</sup>	area of stirrups
d	=	1024	mm	effective height of cross section
$\rho$	=	0.00307	-	

**Section without shear reinforcement**

k	=	1.442	-
$v_{min}$	=	0.302	-
$\sigma_{cp}$	=	0.00	N/mm <sup>2</sup>
$V_{Rd}$	=	<b>349.0</b>	kN

**Shear resistance no!**

**Section with shear reinforcement**

$\alpha$	=	<b>90</b>	°	inclination of stirrups
$\theta$	=	<b>22</b>	°	inclination of compressed struts
$f'_{cd}$	=	7.1	N/mm <sup>2</sup>	reduced compressive strength
$\alpha_c$	=	1.000	-	increment coefficient for compression
$f_{yd}$	=	391.3	N/mm <sup>2</sup>	design yield stress

$V_{Rsd}$  = **858.8** kN **Shear resistance sustained by yieldin of shear reinforcement**

$V_{Rcd}$  = **2258.3** kN **Shear resistance limited by crushing of concrete struts**

$V_{Rd}$  = **858.8** kN **ok!**

**c.s. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.01**