

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE:  
DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**DIREZIONE TECNICA - CENTRO DI PRODUZIONE MILANO  
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO**

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE  
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y**

**OPERE PRINCIPALI – INTERFERENZE VIARIE**

**INK7 – Nuovo tombino idraulico – deviazione canale V.Olona al km  
5+035.28 – Relazione di Calcolo**

SCALA:

-

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

MDL1 12 D 26 CL INK700 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	A. Ingletti	Dic.2010			S. Borelli			

## INDICE

<b>1</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1	Documenti Referenziati .....	4
2.2	Documenti correlati.....	5
2.3	Documenti superati.....	5
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TERRENO .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Tombino circolare .....</b>	<b>10</b>
5.1	Geometria e schema statico.....	10
5.2	Analisi dei carichi.....	10
5.3	Sollecitazioni.....	11
5.4	Verifiche di resistenza .....	13
5.5	Verifiche di fessurazione .....	16
<b>6</b>	<b>OPERE ACCESSORIE PER IL VARO .....</b>	<b>19</b>
6.1	Generalità .....	19
6.2	Caratteristiche geometriche delle strutture.....	19
6.3	Valutazione della spinta.....	20
6.3.1.1	Spinta di primo stacco .....	20
6.3.1.2	Spinta finale.....	20
6.4	Platea di varo.....	21
6.5	Rilevato di spinta .....	21
6.6	Parete reggispinta .....	23

## 1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di analizzare le strutture del nuovo tombino idraulico relativo alla deviazione del canale V.Olona, situato alla progressiva 5+035 della linea ferroviaria Linea Rho-Arona – tratta Gallarate-Rho, e denominato INK7.

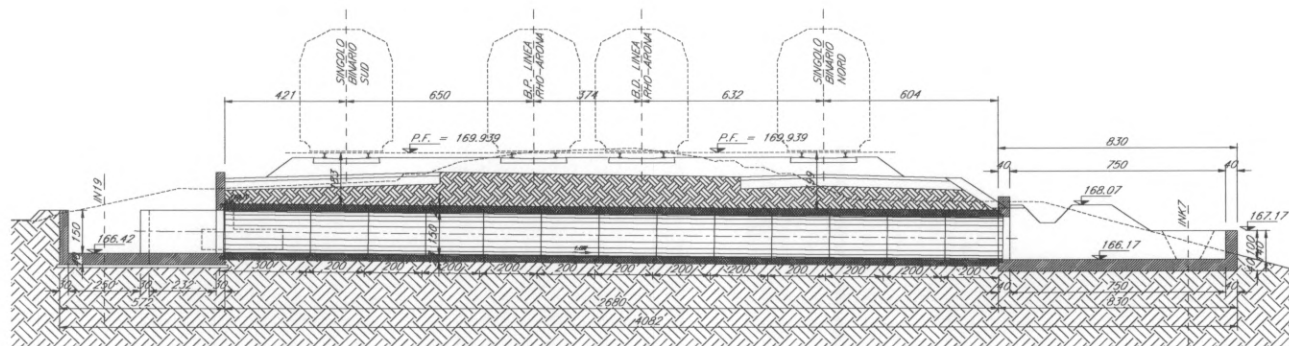
Il tombino è costituito da elementi circolari prefabbricati con diametro nominale pari a 1500mm e spessore pari 225mm. Lo sviluppo complessivo dell'attraversamento misura 26,80m; in dx e sx dell'opera saranno realizzati manufatti di raccordo con i canali idraulici situati al piede del rilevato ferroviario.

L'attraversamento idraulico verrà realizzato preliminarmente alle operazioni di quadruplicamento dei binari.

L'opera infatti viene eseguita parzialmente mediante infissione a spinta su platea di varo al di sotto dei due binari esistenti, ossia per una lunghezza pari a 18,00 m. Sarà quindi realizzata (lato canale INK7) una camera di varo per permettere le operazioni di infissione dei conci, di lunghezza pari a 2,00m. Il restante sviluppo del tombino sarà eseguito in prosecuzione, sia in sx sia in dx del rilevato, mediante l'alloggiamento dei conci di completamento.

Il calcolo è stato effettuato in conformità al D.M. 16/01/1996; per quanto concerne la valutazione delle spinte agenti sull'opera si è fatto riferimento al D.M. 23/02/'71 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto".

Si riporta di seguito una sezione significativa dell'opera.



Sezioni longitudinale sottopasso

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Documenti Referenziati

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

- **Legge n° 1086 del 5 Novembre 1971**

*"Norme per la disciplina delle Opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica";*

- **D.M. 9 Gennaio 1996**

*"Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";*

- **D.M. 16 Gennaio 1996**

*"Norme tecniche relative ai criteri per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";*

- **D.M. 16 Gennaio 1996**

*"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";*

- **D.M. 11 Marzo 1988:**

*"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";*

- **Min. LL.PP. Circolare 15/10/1996 n. 252/AA.GG./S.T.C.**

*Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9.1.1996;*

- **Min. LL.PP. Circolare 04/07/1996 n.156 AA.GG./STC**

*Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relativi ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16.1.1996;*

- **Min. LL.PP. Circolare 10/04/1997 n. 65/AA.GG**

*Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche" di cui al D.M. 16.1.1996;*

- **Min. LL.PP. Circolare 24/09/1988 n.30483:**

*Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";*

- **Norme CNR 10011/85:**

Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- **Istruzioni FS. del 2 Giugno 1995 I/SC/PS-OM/2298**

*"Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo". Testo aggiornato della istruzione n° I/SC/PS-OM/2298 del 2 Giugno 1995 completo delle relative integrazioni - 13 Gennaio 1997;*

- **Istruzione FF.SS. n° 44b del 14/04/1998**

*"Istruzioni tecniche per manufatti sottobinario da costruire in zona sismica". Testo aggiornato dell'istruzione 44/b del 14/11/1996, approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto dell'Assemblea Generale del 16/12/1997;*

## 2.2 Documenti correlati

I documenti correlati sono documenti la cui lettura è consigliata per allargare la conoscenza dell'ambito nel quale il presente documento si inquadra. Non si riporta la revisione e la data in quanto si fa implicitamente riferimento all'ultima revisione del documento citato.

I documenti correlati sono:

Planimetria e profilo longitudinale	1:200	MDL1 1 2 D 26 L8 IN K 7 0 0 0	001 A
Sezioni correnti	varie	MDL1 1 2 D 26 W9 IN K 7 0 0 0	001 A
Carpenteria tombino	1:50	MDL1 1 2 D 26 BB IN K 7 0 0 0	001 A
Fasi costruttive	1:100	MDL1 1 2 D 26 BA IN K 7 0 0 0	001 A
Relazione di calcolo	-	MDL1 1 2 D 26 CL IN K 7 0 0 0	001 A
Relazione tecnica descrittiva	-	MDL1 1 2 D 26 RG IN K 7 0 0 0	001 A

## 2.3 Documenti superati

Non ci sono documenti superati:

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali adottati in fase di calcolo sono:

#### **Calcestruzzo**

Per le strutture di elevazione e fondazione si adotterà un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$  (C30/35)
- classe di esposizione ambientale (UNI EN 206): XC1
- rapporto a/c non superiore a 0.60
- classe di consistenza S3-S4
- tipo di cemento: CEM III, IV, V
- diametro massimo inerte  $\Phi_{max} = 20 \text{ mm}$

Per il magrone di sottofondazione si adotterà un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$  (C12/15)
- classe di esposizione ambientale (UNI EN 206): X0
- tipo di cemento: CEM I÷V

#### **Acciaio per c.a**

Per gli elementi in c.a. si adotterà acciaio in barre ad aderenza migliorata FeB44 K (B450 C) saldabile con  $\emptyset \leq 26 \text{ mm}$  avente le seguenti caratteristiche:

- $f_{yk} \geq 430 \text{ N/mm}^2$
- $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- $(f_y/f_{yk}) \leq 1.35$
- $(f_t/f_y)_{medio} \geq 1.13$

dove:

$f_y$  = tensione di snervamento;

$f_t$  = tensione di rottura;

$f_{yk}$  = tensione caratteristica di snervamento;

$f_{tk}$  = tensione caratteristica di rottura.

Tensione normale di compressione e trazione ammissibile:

$$\sigma_{s,adm} = 255 \text{ N/mm}^2$$

Relazione di calcolo

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12 D 26	CL	INK700001	A	7/27

Copriferro netto


Copriferro netto di progetto per strutture di elevazione  $c \geq 40$  mm.

Copriferro netto di progetto per strutture di fondazione  $c \geq 40$  mm.

#### 4 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

La caratterizzazione stratigrafica della tratta in esame è stata individuata dalle informazioni ottenute dalla campagna d'indagine svolta nell'anno 2008: in particolare, nelle immediate vicinanze dell'opera in esame (prg. km 4+715) è stato eseguito il sondaggio S20, spinto fino alla profondità di 20.0 m dal p.c.

Sulla base di quanto sopra e dalla caratterizzazione stratigrafica e dei parametri geotecnica di progetto riportati nella relazione geotecnica generale, per l'opera in oggetto è stata individuata la caratterizzazione stratigrafico-geotecnica di progetto riportata nella seguente scheda geotecnica, caratterizzante il sito di ubicazione dell'opera.

		PROGETTO: POTENZIAMENTO LINEA RHO-ARONA - TRATTA RHO-GALLARATE	
		OPERA: XXX	Pk rif. 4+221,96

STRATIGRAFIE - VOLUMI		Q = 0 m	
P.C.			
0	S		
2	FALDA B.T. Q = ...		
4	GS*		
6			
8	FALDA L.T. Q = ...		
10			
12			
14			
16			
18			
20			
22	GS*		
24			
26			
28			
30			
32			
34			
36			
38	SG		

LEGENDA	
UNITA'	DESCRIZIONE
S	Terreno superficiale costituito da sabbia limosa di colore bruno, da sciolta a poco addensata
GS*	Ghiaia sabbiosa di colore marrone (livelli superficiali)
GS*	Ghiaia sabbiosa di colore marrone (livelli profondi)
SG	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa di colore marrone

PARAMETRI GEOTECNICI															
	$\gamma$	$c_u$	$c'$	$\phi'$	$v$	$V_s$	$G_0^{(1)}$	$E_0^{(2)}$	$E_{op}^{(3)}$	$E_{op}^{(4)}$	$E_s^{(5)}$	$k_h^{(6)}$	$N_{SP1}$	$c_v$	$\alpha_c$
	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(-)	(m/s)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m <sup>2</sup> )	(cp/30cm)	(cm <sup>2</sup> /s)	(%)
S	18	--	--	30	?	--	--	--	25	--	--	--	--	--	--
GS	19	--	--	35	?	200-350	70-250	--	35	--	--	--	4-35	--	--
GS*	19	--	--	35	?	250-400	100-350	--	40	--	--	--	25-60	--	--
SG	20	--	--	32-35	--	300-450	200-400	--	20-40	--	--	--	30-60	--	--

Note

<sup>(1)</sup> modulo di taglio iniziale associato a piccole deformazioni  
<sup>(2)</sup> modulo di Yong associato a piccole deformazioni  
<sup>(3)</sup> modulo di Yong operativo associato al livello di deformazione raggiunto dal terreno  
<sup>(4)</sup> modulo di Yong operativo in condizioni non drenate  
<sup>(5)</sup> modulo di reazione orizzontale  
<sup>(6)</sup> gradiente con la profondità del modulo di reazione orizzontale

SONDAGGI DI RIFERIMENTO: S21 Prg. 3+875 - S20 Prg. 4+715
--



I simboli rappresentati nella scheda geotecnica hanno il seguente significato:

$\gamma$  = peso di volume naturale

$c_u$  = coesione non drenata

$c'$  = coesione efficace

$\varphi'$  = angolo d'attrito

$\nu$  = coefficiente di Poisson

$V_s$  = velocità delle onde di taglio

$G_0$  = modulo di taglio iniziale associato a piccole deformazioni

$E_0$  = modulo di Young operativo associato al livello di deformazione raggiunto dal terreno

$E_{op}$  = modulo di Young operativo associato al livello di deformazione raggiunto dal terreno

$E_u$  = modulo di Young operativo in condizioni non drenate

$E_s$  = modulo di reazione orizzontale

$K_h$  = gradiente con la profondità del modulo di reazione orizzontale

NSPT = numero di colpi/30 cm di riferimento nel calcolo dei pali di fondazione

$c_v$  = coefficiente di consolidazione primaria

$c_\alpha$  = coefficiente di consolidazione secondaria

Note:

- il valore di  $\varphi'$  adottato per i terreni tipo "S" è stato considerato pari a  $30^\circ$ .
- il valore di  $c' = 0$  kPa.
- il valore del modulo di Young  $E_{op}$  adottato per i terreni tipo S è stato stimato cautelativamente a favore di sicurezza.

Per i dettagli circa le prove in sito ed in laboratorio si rimanda alla relazione geotecnica generale.

Per quanto concerne la falda, nella zona in esame il livello di falda è posto a 18.30m dal p.c., come si evince dal profilo geotecnico di riferimento.

## 5 Tombino circolare

### 5.1 Geometria e schema statico

Il tombino, costituito da conci prefabbricati di lunghezza pari 2.00m, ha diametro nominale paria 1.50m e spessore pari a 0.225m. L'analisi è stata effettuata su una porzione unitaria di tombino, in particolare si è considerato un concio di 1 m in senso longitudinale.

### 5.2 Analisi dei carichi

Diametro nominale (interno)	Dn	1.50	m
Spessore	s	0.225	m
Raggio medio	r	0.8625	m

#### Caratteristiche materiali e terreno

Peso specifico tubo	$\gamma_{\text{tubo}}$	25.00	KN/m <sup>3</sup>
Ballast + armamento	$\gamma$	18	KN/m <sup>3</sup>
Sub ballast + supercompattato	$\gamma$	19	KN/m <sup>3</sup>
Peso specifico terreno	$\gamma_{\text{terreno}}$	18	KN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno terreno	$\phi$	30	°
Coeff. spinta	K0	0.500	

#### Ricoprimento

Spessore ballast + armamento	Hb	0.80	m
Spessore medio traversina + binario	Htb	0.40	m
Spessore del sub ballast + supercompattato	Hsb	0.20	m
Spessore del rinterro	Hr	0.70	m

#### Carichi permanenti

Soletta superiore			
Peso ballast + armamento	Pb	14.4	KN/m <sup>2</sup>
Spessore del sub ballast + supercompattato	Psb	3.8	KN/m <sup>2</sup>
Spessore del rinterro	Pr	12.6	KN/m <sup>2</sup>
Totale		30.8	KN/m <sup>2</sup>

#### Diffusione del carico

Larghezza traversina		2.40	m
Distanza tra gli assi binari		4.16	m
Diffusione nel ballast (1/4)		0.10	m
Diffusione nel sub-b., superc. e ricopr. (2/3)		0.60	m
Impronta di carico totale (1 binario)	Ld1	3.80	m

#### Carichi verticali sulla copertura



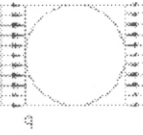
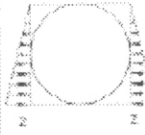

Lunghezza caratteristica per coeff. din.	$L_{\phi}$	1.93	m
Coefficiente dinamico	$\Phi_3$	1.35	m
Treno LM71			
Carico $Q_{vk}$ ( $\alpha \cdot \Phi_3 \cdot Q_{vk}$ ) - L= 6.40 m		61.1	KN/m <sup>2</sup>

### 5.3 Sollecitazioni

Nella seguente tabella sono riportate le sollecitazioni agenti sulla struttura.

		Sezione verticale superiore		Sezione orizzontale mediana		Sezione verticale inferiore	
		M	N	M	N	M	N
		kN m	kN	kN m	kN	kN m	kN
<b>A - Peso proprio</b>							
peso tubo	30.5 kN/m	2.1	-2.4	-2.4	7.6	6.3	2.4
<b>B - Carico ripartito superiore</b>							
P	30.8 kN/m <sup>2</sup>						
Q	61.1 kN/m <sup>2</sup>						
p	91.9 kN/m <sup>2</sup>	20.5	-8.4	-21.0	79.2	40.1	8.4
<b>C - Carico ripartito laterale</b>							
q	45.9 kN/m <sup>2</sup>	-8.5	39.6	8.5	0.0	-8.5	39.6
<b>D - Carico triangolare laterale</b>							
z	15.5 kN/m <sup>2</sup>	-1.2	4.2	1.4	0.0	-1.7	9.2
<b>E - Reazione radiale costante</b>							
Q	188.9 kN	-1.2	2.8	1.2	0.0	-18.2	22.5
<b>Totale</b>		<b>11.6</b>	<b>35.8</b>	<b>-12.1</b>	<b>86.9</b>	<b>18.0</b>	<b>82.2</b>

Per il calcolo delle sollecitazioni si è fatto riferimento al D.M. 23/02/'71.

	A	B	C	D	E
	PESO PROPRIO	CARICO RIPARTITO SUPERIORE	CARICO RIPARTITO LATERALE	CARICO TRIANGOLARE LATERALE	REAZIONE RADIALE COSTANTE SETTORE $2\psi = 60^\circ$
SCHEMA					
SEZIONI VERTICALI ESTERNE	$M = \frac{1}{2} \gamma s r^2$ $N = -\frac{1}{2} \gamma c r$	$M = \left( \frac{4}{3\pi} - \frac{1}{8} \right) p r^2 = 0.29841 p r^2$ $N = -\frac{1}{3\pi} p r = -0.10610 p r$	$M = -\frac{1}{4} q r^2$ $N = q r$	$M = -\frac{5}{48} z r^2 = -0.10417 z r^2$ $N = \frac{5}{16} z r = 0.31250 z r$	(Circonferenza interna) $M = -0.0073038 O r$ $N = 0.014817 O r$
SEZIONI ORIZZONTALI MEDIANE	$M = -\frac{\pi-2}{2} \gamma s r^2 = -0.57080 \gamma s r^2$ $N = \frac{\pi}{2} \gamma s r = 1.57080 \gamma s r$	$M = \left( \frac{1}{3\pi} - \frac{5}{8} \right) p r^2 = -0.30668 p r^2$ $N = p r$	$M = \frac{1}{4} q r^2$ $N = 0$	$M = \frac{1}{8} z r^2 = 0.125 z r^2$ $N = 0$	$M = 0.0975118 O r$ $N = 0$
SEZIONI VERTICALI INTERNE	$M = \frac{3}{2} \gamma s r^2$ $N = \frac{1}{2} \gamma s r$	$M = \left( \frac{2}{3\pi} + \frac{3}{8} \right) p r^2 = 0.58721 p r^2$ $N = \frac{1}{3\pi} p r = 0.10610 p r$	$M = -\frac{1}{4} q r^2$ $N = q r$	$M = -\frac{7}{48} z r^2 = -0.14583 z r^2$ $N = \frac{11}{16} z r = 0.68750 z r$	$M = -0.11163 O r$ $N = 0.11916 O r$

M - Momento flettente

N - Sforzo assiale

p - Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso della massicciata

q - Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali

z - Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali

r - Raggio medio della tubazione

s - Spessore della tubazione

$\gamma$  - Peso specifico del materiale costituente la tubazione

## 5.4 Verifiche di resistenza

Si riportano di seguito le verifiche a flessione delle sezioni più significative.

### Sezione verticale Lembo superiore

#### **Sollecitazioni**

Momento flettente	M	<b>11.6</b>	kN m
Sforzo normale	N	<b>35.8</b>	kN

#### **Materiali**

Res. caratteristica cls	$R_{ck}$	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile cls	$\sigma_{C_{amm}}$	11.0	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile acciaio	$\sigma_{S_{amm}}$	<b>260</b>	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	<b>15</b>	

#### **Caratteristiche geometriche**

Altezza sezione	H	<b>22.5</b>	cm			
Larghezza sezione	B	<b>100</b>	cm			
Armatura compressa (1° strato)	$AS_1'$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>12.5</b>	$\emptyset 6$	$C_{s1} = 4$ cm
Armatura compressa (2° strato)	$AS_2'$	0.00	cm <sup>2</sup>		$\emptyset$	$C_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	$AS_2$	0.00	cm <sup>2</sup>		$\emptyset$	$C_{i2} =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	$AS_1$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>12.5</b>	$\emptyset 6$	$C_{i1} = 4$ cm

#### **Tensioni nei materiali**

Compressione max nel cls.	$\sigma_c$	<b>3.3</b>	N/mm <sup>2</sup>	<	$\sigma_{C_{amm}}$
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	<b>138.5</b>	N/mm <sup>2</sup>	<	$\sigma_{S_{amm}}$

Eccentricità	e	32.5	cm	>	H/6	Sez. parzializzata
	u	21.2	cm			
Posizione asse neutro	y	4.9	cm			
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	2349	cm <sup>2</sup>			
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	100495	cm <sup>4</sup>			
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id}^*$	13769.6	cm <sup>4</sup>			

### Sezione orizzontale

#### Sollecitazioni

Momento flettente	M	<b>12.1</b>	kN m
Sforzo normale	N	<b>86.9</b>	kN

#### Materiali

Res. caratteristica cls	$R_{ck}$	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile cls	$\sigma_{camm}$	11.0	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile acciaio	$\sigma_{samm}$	<b>260</b>	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	<b>15</b>	

#### Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	<b>22.5</b>	cm			
Larghezza sezione	B	<b>100</b>	cm			
Armatura compressa (1° strato)	$AS_1'$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>12.5</b>	$\emptyset 6$	$C_{s1} = 4$ cm
Armatura compressa (2° strato)	$AS_2'$	0.00	cm <sup>2</sup>		$\emptyset$	$C_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	$AS_2$	0.00	cm <sup>2</sup>		$\emptyset$	$C_{t2} =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	$AS_1$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>12.5</b>	$\emptyset 6$	$C_{t1} = 4$ cm

#### Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	$\sigma_c$	<b>3.1</b>	N/mm <sup>2</sup>	<	$\sigma_{camm}$
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	<b>78.3</b>	N/mm <sup>2</sup>	<	$\sigma_{samm}$

Eccentricità	e	14.0	cm	>	H/6	Sez. parzializzata
	u	2.7	cm			
Posizione asse neutro	y	6.9	cm			
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	2349	cm <sup>2</sup>			
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	100495	cm <sup>4</sup>			
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id*}$	18568.9	cm <sup>4</sup>			

Sezione verticale Lembo inferiore
**Sollecitazioni**

Momento flettente	M	<b>18.0</b>	kN m
Sforzo normale	N	<b>82.2</b>	kN

**Materiali**

Res. caratteristica cls	$R_{ck}$	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile cls	$\sigma_{camm}$	11.0	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile acciaio	$\sigma_{samm}$	<b>260</b>	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	<b>15</b>	

**Caratteristiche geometriche**

Altezza sezione	H	<b>22.5</b>	cm			
Larghezza sezione	B	<b>100</b>	cm			
Armatura compressa (1° strato)	$AS_1'$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>12.5</b>	$\emptyset 6$	$C_{s1} = 4$ cm
Armatura compressa (2° strato)	$AS_2'$	0.00	cm <sup>2</sup>		$\emptyset$	$C_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	$AS_2$	0.00	cm <sup>2</sup>		$\emptyset$	$C_{i2} =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	$AS_1$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>12.5</b>	$\emptyset 6$	$C_{i1} = 4$ cm

**Tensioni nei materiali**

Compressione max nel cls.	$\sigma_c$	<b>5.0</b>	N/mm <sup>2</sup>	<	$\sigma_{camm}$
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	<b>176.6</b>	N/mm <sup>2</sup>	<	$\sigma_{samm}$

Eccentricità	e	21.9	cm	>	H/6	Sez. parzializzata
	u	10.6	cm			
Posizione asse neutro	y	5.5	cm			
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	2349	cm <sup>2</sup>			
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	100495	cm <sup>4</sup>			
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id*}$	14635.2	cm <sup>4</sup>			

## 5.5 Verifiche di fessurazione

### Sezione verticale Lembo superiore

#### Sollecitazioni

Momento flettente	M	<b>11.6</b>	kN m
Sforzo normale	N	<b>35.8</b>	kN

#### Materiali

Res. caratteristica cls	$R_{ck}$	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile cls	$\sigma_{camm}$	11.0	N/mm <sup>2</sup>
Res. media a trazione cls	$f_{ctm}$	2.9	N/mm <sup>2</sup>
Res. caratteristica a trazione cls	$f_{ctk}$	2.0	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile acciaio	$\sigma_{samm}$	<b>260</b>	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	<b>15</b>	

#### Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	<b>22.5</b>	cm			
Larghezza sezione	B	<b>100</b>	cm			
Armatura compressa (1° strato)	$AS_1'$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>13</b>	$\emptyset$ <b>6</b>	$C_{s1} =$ <b>4</b> cm
Armatura compressa (2° strato)	$AS_2'$	0.00	cm <sup>2</sup>	<b>0</b>	$\emptyset$ <b>0</b>	$C_{s2} =$ <b>0</b> cm
Armatura tesa (2° strato)	$AS_2$	0.00	cm <sup>2</sup>	<b>0</b>	$\emptyset$ <b>0</b>	$C_{i2} =$ <b>0</b> cm
Armatura tesa (1° strato)	$AS_1$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>13</b>	$\emptyset$ <b>6</b>	$C_{i1} =$ <b>4</b> cm

#### Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	$\sigma_c$	<b>3.3</b>	N/mm <sup>2</sup>	<	$\sigma_{camm}$
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	<b>138.5</b>	N/mm <sup>2</sup>	<	$\sigma_{samm}$

Eccentricità	e (M)	32.5	cm	>	H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	21.2	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	4.9	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	2349	cm <sup>2</sup>		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	100495	cm <sup>4</sup>		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id*}$	13769.6	cm <sup>4</sup>		

#### Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione ( $f_{ctk}$ )	$M_{fess}^*$	19.4	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	------	------	----------------------------



### Sezione orizzontale

#### Sollecitazioni

Momento flettente	M	<b>12.1</b>	kN m
Sforzo normale	N	<b>86.9</b>	kN

#### Materiali

Res. caratteristica cls	$R_{ck}$	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile cls	$\sigma_{amm}$	11.0	N/mm <sup>2</sup>
Res. media a trazione cls	$f_{ctm}$	2.9	N/mm <sup>2</sup>
Res. caratteristica a trazione cls	$f_{ctk}$	2.0	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile acciaio	$\sigma_{samm}$	<b>260</b>	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	<b>15</b>	

#### Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	<b>22.5</b>	cm			
Larghezza sezione	B	<b>100</b>	cm			
Armatura compressa (1° strato)	$AS_1'$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>13</b>	$\emptyset$ <b>6</b>	$C_{s1} =$ <b>4</b> cm
Armatura compressa (2° strato)	$AS_2'$	0.00	cm <sup>2</sup>	<b>0</b>	$\emptyset$ <b>0</b>	$C_{s2} =$ <b>0</b> cm
Armatura tesa (2° strato)	$AS_2$	0.00	cm <sup>2</sup>	<b>0</b>	$\emptyset$ <b>0</b>	$C_{i2} =$ <b>0</b> cm
Armatura tesa (1° strato)	$AS_1$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>13</b>	$\emptyset$ <b>6</b>	$C_{i1} =$ <b>4</b> cm

#### Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	$\sigma$	<b>3.1</b>	N/mm <sup>2</sup>	<	$\sigma_{camm}$
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	<b>78.3</b>	N/mm <sup>2</sup>	<	$\sigma_{samm}$

Eccentricità	e (M)	14.0	cm	>	H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	2.7	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	6.9	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	2349	cm <sup>2</sup>		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	100495	cm <sup>4</sup>		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id*}$	18568.9	cm <sup>4</sup>		

#### Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione ( $f_{ctk}$ )	$M_{fess}^*$	21.4	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	------	------	----------------------------

Sezione verticale Lembo inferiore

**Sollecitazioni**

Momento flettente	M	<b>18.0</b>	kN m
Sforzo normale	N	<b>82.2</b>	kN

**Materiali**

Res. caratteristica cls	$R_{ck}$	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile cls	$\sigma_{camm}$	11.0	N/mm <sup>2</sup>
Res. media a trazione cls	$f_{ctm}$	2.9	N/mm <sup>2</sup>
Res. caratteristica a trazione cls	$f_{ctk}$	2.0	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile acciaio	$\sigma_{samm}$	<b>260</b>	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	<b>15</b>	

**Caratteristiche geometriche**

Altezza sezione	H	<b>22.5</b>	cm		
Larghezza sezione	B	<b>100</b>	cm		
Armatura compressa (1° strato)	$As_1'$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>13</b> Ø <b>6</b>	$C_{s1} = 4$ cm
Armatura compressa (2° strato)	$As_2'$	0.00	cm <sup>2</sup>	<b>0</b> Ø <b>0</b>	$C_{s2} = 0$ cm
Armatura tesa (2° strato)	$As_2$	0.00	cm <sup>2</sup>	<b>0</b> Ø <b>0</b>	$C_{i2} = 0$ cm
Armatura tesa (1° strato)	$As_1$	3.53	cm <sup>2</sup>	<b>13</b> Ø <b>6</b>	$C_{i1} = 4$ cm

**Tensioni nei materiali**

Compressione max nel cls.	$\sigma_c$	<b>5.0</b>	N/mm <sup>2</sup>	< $\sigma_{camm}$
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	<b>176.6</b>	N/mm <sup>2</sup>	< $\sigma_{samm}$

Eccentricità	e (M)	21.9	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	10.6	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	5.5	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	2349	cm <sup>2</sup>	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	100495	cm <sup>4</sup>	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id}^*$	14635.2	cm <sup>4</sup>	

**Verifica a fessurazione**

Momento di fessurazione ( $f_{ctk}$ )	$M_{fess}^*$	21.2	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	------	------	----------------------------

## 6 OPERE ACCESSORIE PER IL VARO

### 6.1 Generalità

Il dispositivo di spinta è composto da una platea di varo e da una parete di spinta che consentono l'infissione del monolite nel rispetto delle tolleranze plano-altimetriche richieste. La platea di varo costituisce la base di appoggio in sede provvisoria e la parete di spinta assicura il contrasto necessario per il varo del manufatto prefabbricato. L'infissione avviene tramite martinetti che contrastano da un lato sulla struttura e dall'altro su una parete, detta muro reggispinta, che a sua volta scarica e ripartisce tale azione sul terreno retrostante.

Nella fase iniziale dovrà essere lasciato uno spazio di 2.0m tra la platea del monolite e la parete per consentire l'alloggiamento dei martinetti e della trave di ripartizione.

Dopo un avanzamento di 50cm (pari alla corsa dei martinetti) questi ultimi vengono ritratti e viene interposta una trave scatolata in acciaio con funzione di spessoramento.

L'operazione viene ripetuta più volte fino a coprire con tali spessoramenti una distanza di circa 5.0m oltre la quale problemi legati a fenomeni d'instabilità dell'equilibrio consigliano di sostituire tale spessoramento con un getto in calcestruzzo a presa rapida, non armato, rinforzato solo nella zona dei martinetti. Si riprende quindi con l'avanzamento, l'interposizione di travi di acciaio, il getto della platea di spinta ciclicamente, ogni 5.00 metri, fino ad infissione completa.

### 6.2 Caratteristiche geometriche delle strutture

#### Monolite

DN=1,50 m    Lconcio=2,00 m    Sp=0,225 m

Lunghezza della canna=18.00 m

#### Platea di varo

Larghezza=4,00 m                      Lunghezza=5,80 m                      Spessore=0,30 m

Vol= 6.96 mc

Pp= 174 KN

#### Parete reggispinta

Larghezza=4,00 m                      Altezza=4,10 m                      Spessore=0,80 m

### 6.3 Valutazione della spinta

Si può distinguere:

- spinta di primo stacco
- spinta finale

#### 6.3.1.1 Spinta di primo stacco

Tra la struttura del monolite ed il piano di scorrimento viene interposto un foglio di polietilene di 300 gr/mq al fine evitare fenomeni di adesione. Con tale accorgimento, in base ai dati sperimentali fino ad ora acquisiti si può valutare, a vantaggio di sicurezza, che il valore della spinta per cui il monolite inizia la sua traslazione sia circa pari al peso della struttura.

Ciò equivale a fissare un coefficiente d'attrito di primo stacco pari all'unità.

$$S_{ps} = \text{peso monolite} + PR = 544 + 4 = 548 \text{ KN}$$

#### 6.3.1.2 Spinta finale

Il valore massimo della spinta in fase d'infissione dipende in larga parte da parametri aleatori non quantificabili con le normali teorie geotecniche, pertanto si fa riferimento al confronto con dati sperimentali:

$$S_{max} = 1.5 \times P_m$$

dove:

$S_{max}$  = spinta massima in fase d'infissione,

$P_m$  = peso del monolite =  $S_{ps}$

$$S_{max} = 822 \text{ kN}$$

#### 6.4 Platea di varo

La sollecitazione di trazione nella platea di varo in fase d'infissione è pari a:

$$T_{pv} = S_{ps} - (P_m + P_p) \times f_a$$

dove:

$S_{ps}$  = forza d'attrito di primo stacco del monolite = 548 kN

$P_p$  = peso della platea di varo

$f_a$  = coefficiente d'attrito = 0.6

Nel caso in esame risulta:

$$T_{pv} = 115 \text{ kN}$$

L'armatura necessaria si calcola con la seguente formula:

$$A_s = A'_s = \frac{T_{pv} * \psi_t}{2 * B_p * \bar{\sigma}_s}$$

dove:

$A_s$  = armatura inferiore;

$A'_s$  = armatura superiore;

$\psi_t$  = coeff. maggiorativo della sollecitazione, posto durante i calcoli pari ad 1,2;

$\bar{\sigma}_s$  = tensione ammissibile dell'acciaio,

$B_p$  = base platea = 11.20 m

$$A_s = A'_s = 2 \text{ cm}^2/\text{m} -$$

Si adottano due strati di  $\varnothing 14/20$ .

Con armatura di ripartizione di doppio strato  $\varnothing 10/20$

#### 6.5 Rilevato di spinta

Il dimensionamento del rilevato realizzato a tergo della parete si esegue per un valore di spinta detta di *esercizio* ( $S_{es}$ ), pari alla differenza tra la spinta massima e lo sforzo di trazione sulla platea di varo:

$$S_{es} = S_{max} - T_{pv} = 822 - 115 = 707 \text{ kN}$$

A questo punto, nota l'azione sollecitante, occorre calcolare la reazione passiva del rilevato, facendo riferimento alla teoria di Rankine quindi ponendoci in condizioni di rottura, si ha che:

$$R_p = \frac{1}{2} * \gamma * K_p * H_m^2 + K_p * q * H_m = 380 \text{ KN/m}$$

dove:

$K_p$  = coeff. di spinta del terreno in condizioni passive (relazione di Muller-Breslau)

$q$  = sovraccarico di terreno =  $\gamma * h_{terr}$

con:

$h_{terr} = H_t - H_m$ ; (altezza di terreno da utilizzare come sovraccarico, avente le seguenti caratteristiche):

$\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$  : peso specifico;

$\phi = 30^\circ$  : angolo di attrito interno;

Per cui la reazione passiva totale sar :

$$R_{passiva} = R_p * B_r = 1522 \text{ KN}$$

Di conseguenza si pu  valutare il coeff. di sicurezza adottato con la seguente relazione:

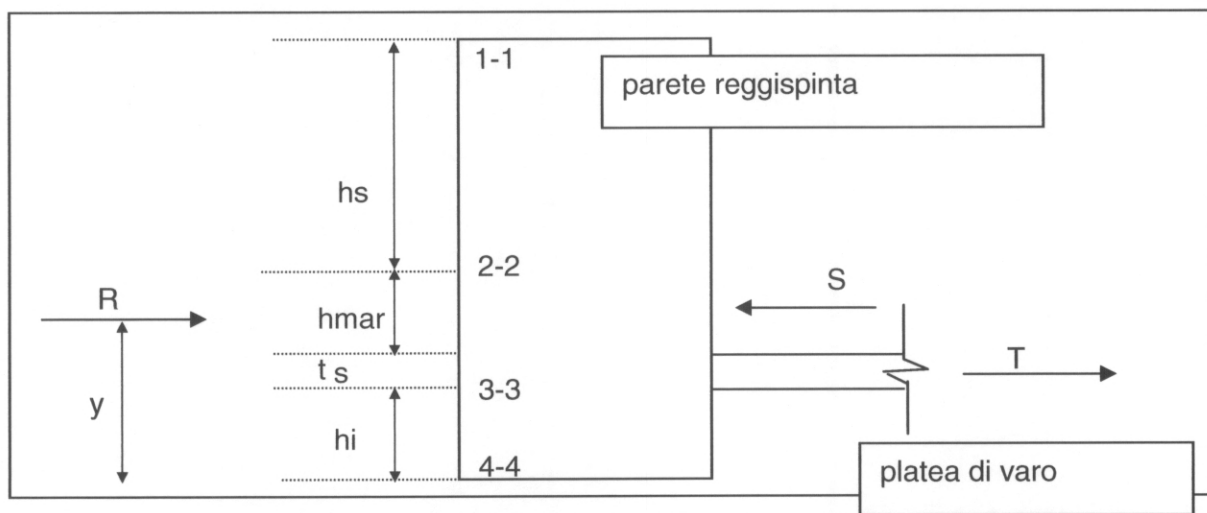
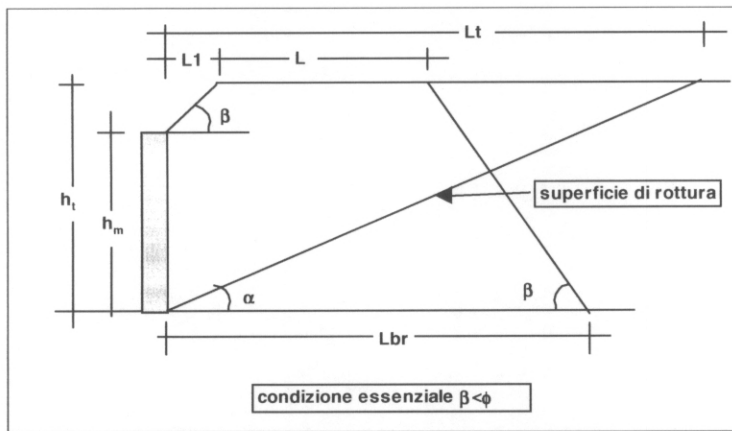
$$F = \frac{R_{passiva}}{S_{es}} = 2.115 > 1.5$$

Altezza totale rilevato	ht	3.8	m
Altezza parete reggispinta	hm	2.8	m
Larghezza parete reggispinta	$B_{pr}$	4.0	m
Lunghezza sommit� rilevato	L	5.0	m
Angolo di scarpa	$\beta$	29	�
Dato del terreno	$\gamma$	19	$\text{KN/m}^3$
Dato del terreno	$\phi$	30	�
Spinta applicata alla parete	Ses	707	KN
	L1	1.804	
Spinta applicabile alla parete	$R_{passiva}$	1522.6	KN
<b>Coefficiente di sicurezza</b>	<b>F</b>	<b>2.153</b>	<b>&gt;1,5</b>

## 6.6 Parete reggispinta

Si valutano le sollecitazioni nel manufatto reggispinta soggetto alla spinta ed alla reazione passiva del terreno schematizzata con una distribuzione trapezia:

Inclinaz. superficie di rottura	$\alpha$	<b>32.0°</b>	°
Ingombro al P.C.	$2 \cdot L1 + L$	<b>8.6</b>	m
	$L_t$	6	m
	$L1 + L$	6.8	m
	$L_b$	13.7	m
	$L1$	1.80	m



**Parete reggispinta**

Larghezza	$B_{ps}$	4	m
Altezza	$H_{ps}$	2.8	m
Spessore	$s_{ps}$	1.2	m
Altezza del rilevato	$h_t$	3.8	m
Ampiezza impronta martinetto	$h_{mart}$	0.50	m
Valore medio della reazione del terreno	$\sigma_{med}$	0.063	N/mm <sup>2</sup>
Valore unitario alla sommità della parete	$\sigma_1$	0.026	N/mm <sup>2</sup>
Valore unitario alla base della parete	$\sigma_4$	0.100	N/mm <sup>2</sup>
Reazione del terreno · ( y )	$R \cdot y$	798	KNm
Approfondimento parete reggispinta	$h_i$	0.513	m
Altezza da sommità a sez.2-2	$h_s$	1.487	m
Tensione alla sezione 2-2	$\sigma_2$	0.065	N/mm <sup>2</sup>
Tensione alla sezione 3-3	$\sigma_3$	0.086	N/mm <sup>2</sup>

il valor medio della reazione del terreno è:

$$\sigma_{med} = (S_{max} - T)/bh = 0.063 \text{ N/mm}^2$$

dove:

$$B_{ps} = \text{larghezza parete reggispinta} = 4.00 \text{ m}$$

$$H_{ps} = \text{altezza parete reggispinta} = 2.80 \text{ m}$$

da cui si ricavano i valori unitari della reazione del terreno alla sommità ed alla base della parete:

$$\sigma_1 = \sigma_{med} \frac{h_t - H_{ps}}{h_t - H_{ps} / 2} = 0.026 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_4 = \sigma_{med} \frac{h_t}{h_t - H_{ps} / 2} = 0.100 \quad \text{N/mm}^2$$

Con riferimento alla figura,  $h_i$  e  $h_s$ , vengono definite in modo che la reazione del terreno abbia lo stesso punto di applicazione della risultante delle rimanenti forze agenti (S e T).

Imponendo l'equilibrio alla rotazione rispetto al piede della parete si avrà:

$$\underline{R \cdot y + T \cdot (h_i + ts / 2) - S \cdot (h_i + ts + H_{mart}) = 0}$$



con:

$$R \cdot y = \left[ \frac{1}{2} \sigma_1 \cdot h^2 + \frac{1}{6} \cdot (\sigma_4 - \sigma_1) \cdot h^2 \right] \cdot b,$$

dove

s = spessore della platea di varo

essendo  $R \cdot y = 798 \text{ KN m}$ ,

si ha  $h_i = 0.513 \text{ m}$ , dunque  $h_s = 1.487 \text{ m}$  e pertanto:

$$\sigma_2 = \sigma_{med} \frac{h_t - h_i - h_{mart}}{h_t - H_{ps} / 2} = 0,065 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_3 = \sigma_{med} \frac{h_t - h_i}{h_t - H_{ps} / 2} = 0,086 \text{ N/mm}^2$$

Le massime sollecitazioni risultano:

#### Sollecitazioni

Momento alla sezione 2-2	$M_2$	43.52	KNm/m
Taglio alla sezione 2-2	$T_2$	68.22	KN/m
Momento alla sezione 3-3	$M_3$	12.56	KNm/m
Taglio alla sezione 3-3	$T_3$	47.81	KN/m

Si riportano di seguito le verifiche a taglio e flessione della parete reggispinta.

### Verifica a Taglio su sezione 2-2

Taglio	6822	daN
Rck	350	daN/cm <sup>2</sup>
$\sigma_a$	2600	daN/cm <sup>2</sup>
$\tau_{c0}$	6.67	daN/cm <sup>2</sup>
$\tau_{c1}$	19.71	daN/cm <sup>2</sup>
H	80	cm
b	100	cm
copriferro	4	cm
$\tau_{taglio}$	<b>1.00</b>	daN/cm <sup>2</sup>

### Verifica a flessione su sezione 2-2

Si dispongono:

$$A_f = A_f' = \Phi 16/20$$

Titolo: Sez 2-2

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	80

N°	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	75

Tipo Sezione:  
 Rettang. re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

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

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

Materiali:  
 B450C    C25/30  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰     $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>     $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200 000 N/mm<sup>2</sup>     $f_{cd}$  14.17 N/mm<sup>2</sup>  
 $E_s/E_c$  15     $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>     $\sigma_{c,adm}$  9.75 N/mm<sup>2</sup>  
 $\tau_{c0}$  0.6     $\tau_{c1}$  1.829

Carichi:  
 $N_{Ed}$  0 kN  
 $M_{xEd}$  0 kNm  
 $M_{yEd}$  0 kNm

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

Verifica:  
 $\sigma_c$  -8.8415 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  61.3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$  0.3065 ‰  
 d 75 cm  
 x 12.81    x/d 0.1707  
 $\delta$  0.7

N° iterazioni: 5

Precompresso

### Verifica a Taglio su sezione 3-3

Taglio	4781	daN
Rck	350	daN/cm <sup>2</sup>
$\sigma_a$	2600	daN/cm <sup>2</sup>
$\tau_{c0}$	6.67	daN/cm <sup>2</sup>
$\tau_{c1}$	19.71	daN/cm <sup>2</sup>
H	80	cm
b	100	cm
copriferro	4	cm
$\tau_{taglio}$	<b>0.70</b>	daN/cm <sup>2</sup>

### Verifica a flessione su sezione 3-3

Si dispongono:

$A_f = A_{f'} = \Phi 16/20$

Titolo : Sez 3-3

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	100	80	1	10.05	5
			2	10.05	75

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

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

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

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

Verifica  
 N° iterazioni: 5

Precompresso

Materiali  
 B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ 67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰	$\sigma_c$ -0.8415 N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$ 391.3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰	$\sigma_s$ 61.3 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$ 200 000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 14.17	$\epsilon_s$ 0.3065 ‰
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0.0	d 75 cm
$\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75	x 12.81 w/d 0.1707
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{c0}$ 0.6	$\delta$ 0.7
	$\tau_{c1}$ 1.829	