



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
Assessorato dei Lavori Pubblici
Servizio del Genio Civile di Oristano



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE

Via Cagliari n. 170 - Oristano



PROGETTO ESECUTIVO

CUP G14H15001150002 - CAT. P0516

PIANO REGIONALE DELLE INFRASTRUTTURE
"Eliminazione interferenze delle infrastrutture irrigue
consortili con gli argini del fiume Tirso."

RELAZIONE CALCOLI STATICI

All.

A/7

n° prog.

Il progettista
Dott. Ing. Roberto Sanna

V.il Resp. del procedimento
Dott. Ing. Massimo Sanna

Data

Data appr.

LAVORI: Piano Regionale delle infrastrutture "Eliminazione interferenze delle infrastrutture irrigue consortili con gli argini del fiume Tirso." C.A.T. P0516 - CUP G14H15001150002 - Progetto esecutivo

RELAZIONE CALCOLI STATICI

1. Premessa

Come ampiamente descritto nella relazione tecnica il progetto in esame prevede la messa in sicurezza delle arginature del fiume Tirso compromesse dagli attuali attraversamenti di condotte irrigue in pressione che in caso di rotture accidentali possono innescare pericolosi deterioramenti dei corpi arginali.

La modalità di intervento prevede due tipologie di intervento:

- rimozione totale dell'argine sino al raggiungimento del piano di campagna della golenale e successivo scavo a sezione obbligata per la posa del controtubo a profondità variabile.
- attraversamento in controtubo per tutta la larghezza dell'argine con le modalità di infissione a perforazione orizzontale

Scopo della presente relazione tecnica è il calcolo di verifica statica della suddetta tubazione.

Il calcolo di verifica del tubo di protezione viene eseguito in accordo al Decreto Ministeriale del 4 aprile 2014 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"

Nello specifico, si prevede la risoluzione dei seguenti attraversamenti:

- *Argine sinistro del Fiume Tirso, **località Sa Mestia**, nel Comune di Oristano, attraversato a cavaliere da una condotta in acciaio del diametro di 160 mm.*
- *Argine destro del Fiume Tirso, **località Fainxeddass**, nel Comune di Cabras, attraversato da tre condotte in acciaio, due del diametro Ø 250 e una del diametro Ø 200.*

- *Argine sinistro del Fiume Tirso, località **Is Fraidis**, nel Comune di Oristano, attraversato a cavaliere da una condotta del diametro Ø 300.*
- *Argine sinistro del Fiume Tirso, **località Torangius**, nel Comune di Oristano, attraversato a cavaliere da una condotta del diametro Ø 200.*
- *Argine destro del Fiume Tirso, **località Bennaxi**, nel Comune di Oristano, attraversato a cavaliere da due condotte Ø 200.*
- *Argine destro del Fiume Tirso, località **Su Pardu**, nel Comune di Siamaggiore, attraversato a cavaliere da una condotta del diametro Ø 250.*
- *Argine sinistro del Fiume Tirso, **località Pardu Nou**, nel Comune di Solarussa, attraversato a cavaliere da una condotta del diametro Ø 250.*
- *Argine sinistro del Fiume Tirso, **località Bau Ampei**, nel Comune di Oristano e Simaxis, attraversato a cavaliere da una condotta del diametro Ø 250.*
- *Argine destro del Fiume Tirso, **località Cuccuru Ruinas**, nel Comune di Solarussa, attraversato a cavaliere da quattro condotte in acciaio, tre del diametro Ø 200 e una del diametro Ø 150.*
- *Argine destro del Fiume Tirso, **località Barramau**, nel Comune di Zerfaliu, attraversato a cavaliere da una condotta in acciaio del diametro Ø 700.*
- *Argine sinistro del Fiume Tirso, **località Mongias**, nel Comune di Ollastra.*

2. Attraversamento località Sa Mestia

L'attraversamento trasversale dell'argine sarà realizzato mediante posa di un tubo camicia in acciaio L355 del diametro di 400 mm all'interno del quale verrà inserita una condotta sempre in acciaio del diametro di 160 mm per il collegamento con la condotta comiziale.

2.1 Carichi agenti sul tubo di protezione

Il tubo di protezione sarà in acciaio di qualità, avrà il diametro interno di 400 mm e lo spessore di 8,8 mm. Il calcolo dello spessore del tubo di protezione è stato

eseguito determinando le sollecitazioni agenti sullo stesso mediante le formule contenute nel DM.

I carichi gravanti su un tratto del tubo di protezione di un metro sono stati assunti pari a:

➤ **carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili e al peso della massicciata**

$$p = \gamma_t \times H + \alpha \quad [\text{daN/m}^2]$$

dove:

γ_t = peso specifico del terreno (N/m^3);

H = profondità di interramento tubo di protezione (m);

α = carico mobile transitante come indicato nel DM paragrafo 2.4.3 punto B (N/m^2)

➤ **Carico ripartito laterale**

$$q = \gamma_t \times (H \times \alpha) \times K' \quad [\text{daN/m}^2]$$

dove:

K = coefficiente di spinta passiva variabile da 1 a 4 (prudenzialmente si adotta 1);

➤ **Carico triangolare laterale**

$$z = \gamma_t \times D \times K \quad [\text{daN/m}^2]$$

dove:

D = Diametro esterno del tubo di protezione (m)

➤ **reazione radiale minima**

$$Q_{\min} = (2 \times 3.14 \times r \times s) \times \gamma_t + (p \times r) \times 2 + 3.14 \times D \times S_{\min} \times \gamma_t \quad [\text{daN/m}]$$

dove

$S_{\min}$ = è lo spessore nominale di progetto

➤ **reazione radiale massima**

$$Q = Q_{\min} + (r^2 \times 3.14) \quad [\text{daN/m}]$$

2.2 Sforzi assiali e momenti flettenti

Di seguito vengono riportati gli sforzi assiali ed i momenti flettenti calcolati su tre sezioni del tubo di protezione: verticale superiore, orizzontale mediana e verticale inferiore utilizzando i 5 schemi di carico previsti dal DM:

- Schema A: peso proprio della tubazione
- Schema B: carico orizzontale uniforme
- Schema C: carico laterale uniforme
- Schema D: carico laterale variabile
- Schema E: reazione radiale totale

Sezione verticale superiore

Schema A

$$\begin{aligned}M &= \frac{1}{2} * \gamma_a * s * r^2 \\N &= -\frac{1}{2} * \gamma_a * s * r\end{aligned}$$

Schema C

$$\begin{aligned}M &= -\frac{1}{4} * q * r^2 \\N &= q * r\end{aligned}$$

Schema E

$$\begin{aligned}M &= 0.0075118 * Q * r \\N &= 0\end{aligned}$$

Schema B

$$\begin{aligned}M &= 0.29941 * p * r^2 \\N &= -0.10610 * p * r\end{aligned}$$

Schema D

$$\begin{aligned}M &= -0.10417 * z * r^2 \\N &= 0.31250 * z * r\end{aligned}$$

Sezione orizzontale mediana

Schema A

$$M = -0.5708 * \gamma_a * s * r^2$$

$$N = 1.5708 * \gamma_a * s * r$$

Schema B

$$M = -0.30669 * p * r^2$$

$$N = p * r$$

Schema C

$$M = \frac{1}{4} * q * r^2$$

$$N = 0$$

Schema D

$$M = \frac{1}{8} * z * r^2$$

$$N = 0$$

Schema E

$$M = 0.0075118 * Q * r$$

$$N = 0$$

Sezione verticale inferiore

Schema A

$$M = \frac{3}{2} * \gamma_a * s * r^2$$

$$N = \frac{1}{2} * \gamma_a * s * r$$

Schema B

$$M = 0.58721 * p * r^2$$

$$N = 0.10610 * p * r$$

Schema C

$$M = -\frac{1}{4} * q * r^2$$

$$N = q * r$$

Schema D

$$M = -0.14583 * z * r^2$$

$$N = 0.68750 * z * r$$

Schema E

$$M = -0.11165 * Q * r$$

$$N = 0.11916 * Q$$

2.3 Valori utilizzati per il calcolo del tubo di protezione

Tubo guaina: materiale acciaio

Tensione snervamento acciaio L355 = $\sigma_s = 3,550$ [daN/cm²]

Tensione ammissibile = $\sigma_{adm} = 3,550$ [daN/cm²]

Diametro nominale = 400 mm

Diametro esterno $D = 406,40$ mm

Spessore tubazione = 6,3 mm

Raggio interno = 200 mm

Altezza rinterro = distanza minima tra il piano viabile e la generatrice superiore del controtubo = 1,50 m

Peso specifico tubazione = $\gamma_a = 7,850$ [daN/mc]

Peso specifico medio terreno = $\gamma_t = 1,6$ [daN/mc]

2.4 Calcolo delle sollecitazioni

carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili e al peso della massicciata

$$p = \gamma_t \times H + \alpha = 3,903 \quad [\text{daN/mq}]$$

Carico ripartito laterale

$$q = \gamma_t \times (H \times \alpha) \times K = 1.952 \quad [\text{daN/mq}]$$

Carico triangolare laterale

$$z = \gamma_t \times D \times K = 400 \quad [\text{daN/mq}]$$

reazione radiale minima

$$Q_{\min} = (2 \times 3.14 \times r \times s) \times \gamma_t + (p \times r) \times 2 + 3.14 \times D \times S_{\min} \times \gamma_t = 2.121 \quad [\text{daN/m}]$$

reazione radiale massima

$$Q = Q_{\min} + (r^2 \times 3.14) = 2.318 \quad [\text{daN/m}]$$

Applicando le formule sopra esposte ei possono ora calcolare gli sforzi assiali ed i momenti flettenti in corrispondenza di tre sezioni del tubo di protezione: verticale superiore, orizzontale mediana e verticale inferiore utilizzando i 5 schemi di carico previsti dal DM.

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 250 in controtubo 400							
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE							
CARICO	SEZ. SUPERIORE		SEZ. MEDIANA		SEZ. INFERIORE		
	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	
PESO PROPRIO	1,6	-7,9	-1,8	24,7	4,7	7,9	
CARICO RIPARTITO SUPERIORE	43,1	-76,4	-44,2	720,5	84,6	76,4	
CARICO RIPARTITO LATERALE	-18,0	360,3	18,0	0,0	-18,0	360,3	
CARICO TRIANGOLARE LATERALE	-1,3	20,0	1,6	0,0	-1,9	44,0	
REAZIONE RADIALE A 60°	-22,8	23,1	2,3	0,0	-34,8	185,9	
(minima)	-24,6	25,0	2,5	1,0	-37,6	200,8	
TOTALI							
con la reaz. rad. min	2,6	319,1	-24,0	745,2	34,6	674,4	
con la reaz. radiale max	0,7	320,9	-23,8	746,2	31,8	689,4	

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 250 in controtubo in acciaio DN 400									
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE									
VERIFICHE									
SOLLECITAZIONI CONTROTUBO									
SEZIONE SUPERIORE	$\sigma_{\min} =$	19	daN/cm ²		$\sigma_{\max} =$	8	daN/cm ²		
SEZIONE MEDIANA	$\sigma_{\max} =$	152	daN/cm ²		$\sigma_{\min} =$	151	daN/cm ²		
SEZIONE INFERIORE	$\sigma_{\max} =$	214	daN/cm ²		$\sigma_{\min} =$	198	daN/cm ²		
Tensione di riferimento	$\sigma_s/2 =$	1.775	daN/cm ²	Le tensioni sono minori di $\sigma_s/2$ pertanto le sezioni sono verificate					
SPESSORE TUBAZIONE INTERNA (par. 4,3,3 D.M. 23/02/71)									
Materiale tubazione	acciaio	L355							
D.N. =	250	mm	Diametro nominale						
$\sigma_s =$	3.550	daN/cm ²	Tensione di snervamento						
p =	26,32	daN/cm ²	Pressione massima d'esercizio						
s min =	2,81	mm	<<	3,30	mm	spessore nominale di progetto			
DIAMETRO CONTROTUBO									
Si utilizza un controtubo che abbia una sezione libera superiore al doppio della sezione della condotta in attraversamento									
Diametro condotta	250	mm							
DN controtubo	400	mm							
Diametro teorico	354	mm	verificato						

3. Attraversamento località Fainxeddass

L'attraversamento trasversale dell'argine sarà realizzato mediante posa di due tubo camicia in acciaio L355 del diametro di 400 mm all'interno dei quali verranno inserite due condotta sempre in acciaio del diametro rispettivamente di 200mm e 250mm.

3.1 Valori utilizzati per il calcolo del tubo di protezione

Tubo guaina: materiale acciaio

Tensione snervamento acciaio L355 = $\sigma_s = 3,550$ [daN/cm²]

Tensione ammissibile = $\sigma_{adm} = 1,755$ [daN/cm²]

Diametro nominale = 400 mm

Diametro esterno $D = 406,40$ mm

Spessore tubazione = 6,3 mm

Raggio interno = 200 mm

Altezza rinterro = distanza minima tra il piano viabile e la generatrice superiore del controtubo = 1,50 m

Peso specifico tubazione = $\gamma_a = 7,850$ [daN/mc]

Peso specifico medio terreno = $\gamma_t = 1,6$ [daN/mc]

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 250 in controtubo 400							
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE							
CARICO	SEZ. SUPERIORE		SEZ. MEDIANA		SEZ. INFERIORE		
	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	
PESO PROPRIO	1,6	-7,9	-1,8	24,7	4,7	7,9	
CARICO RIPARTITO SUPERIORE	43,1	-76,4	-44,2	720,5	84,6	76,4	
CARICO RIPARTITO LATERALE	-18,0	360,3	18,0	0,0	-18,0	360,3	
CARICO TRIANGOLARE LATERALE	-1,3	20,0	1,6	0,0	-1,9	44,0	
REAZIONE RADIALE A 60°	-22,8	23,1	2,3	0,0	-34,8	185,9	
(minima)	-24,6	25,0	2,5	1,0	-37,6	200,8	
TOTALI							
con la reaz. rad. min	2,6	319,1	-24,0	745,2	34,6	674,4	
con la reaz. radiale max	0,7	320,9	-23,8	746,2	31,8	689,4	

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 250 in controtubo in acciaio 400									
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE									
VERIFICHE									
SOLLECITAZIONI CONTROTUBO									
SEZIONE SUPERIORE	$\sigma_{min} =$	19	daN/cm ²	$\sigma_{max} =$	8	daN/cm ²			
SEZIONE MEDIANA	$\sigma_{max} =$	152	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	151	daN/cm ²			
SEZIONE INFERIORE	$\sigma_{max} =$	214	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	198	daN/cm ²			
Tensione di riferimento	$\sigma_s/2 =$	1.775	daN/cm ²	Le tensioni sono minori di $\sigma_s/2$ pertanto le sezioni sono verificate					
SPESSORE TUBAZIONE INTERNA (par. 4,3,3 D.M. 23/02/71)									
Materiale tubazione	acciaio	L355							
D.N. =	250	mm	Diametro nominale						
$\sigma_s =$	3.550	daN/cm ²	Tensione di snervamento						
p =	26,32	daN/cm ²	Pressione massima d'esercizio						
S min =	2,81	mm	<<	3,30	mm	spessore nominale di progetto			
DIAMETRO CONTROTUBO									
Si utilizza un controtubo che abbia una sezione libera superiore al doppio della sezione della condotta in attraversamento									
Diametro condotta	250	mm							
DN controtubo	400	mm							
Diametro teorico	354	mm	verificato						

3.2 Valori utilizzati per il calcolo del tubo di protezione

Tubo guaina: materiale acciaio

Tensione snervamento acciaio L355 = $\sigma_s = 3,550$ [daN/cm²]

Tensione ammissibile = $\sigma_{adm} = 1,755$ [daN/cm²]

Diametro nominale = 400 mm

Diametro esterno $D = 406,40$ mm

Spessore tubazione = 6,3 mm

Raggio interno = 200 mm

Altezza rinterro = distanza minima tra il piano viabile e la generatrice superiore del

controtubo = 1,50 m

Peso specifico tubazione = $\gamma_a = 7,850$ [daN/mc]

Peso specifico medio terreno = $\gamma_t = 1,6$ [daN/mc]

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 200 in controtubo 400							
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE							
CARICO	SEZ. SUPERIORE		SEZ. MEDIANA		SEZ. INFERIORE		
	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	
PESO PROPRIO	1,6	-7,9	-1,8	24,7	4,7	7,9	
CARICO RIPARTITO SUPERIORE	43,1	-76,4	-44,2	720,5	84,6	76,4	
CARICO RIPARTITO LATERALE	-18,0	360,3	18,0	0,0	-18,0	360,3	
CARICO TRIANGOLARE LATERALE	-1,3	20,0	1,6	0,0	-1,9	44,0	
REAZIONE RADIALE A 60° (minima)	-22,9 -24,8	23,3 25,1	2,4 2,5	0,0 1,0	-35,1 -37,9	187,2 202,1	
TOTALI							
con la reaz. rad. min	2,4	319,2	-24,0	745,2	34,4	675,7	
con la reaz. radiale max	0,6	321,1	-23,8	746,2	31,6	690,7	

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 200 in controtubo in acciaio 400									
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE									
VERIFICHE									
SOLLECITAZIONI CONTROTUBO									
SEZIONE SUPERIORE		$\sigma_{min} =$	18	daN/cm ²	$\sigma_{max} =$	7	daN/cm ²		
SEZIONE MEDIANA		$\sigma_{max} =$	152	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	150	daN/cm ²		
SEZIONE INFERIORE		$\sigma_{max} =$	213	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	196	daN/cm ²		
Tensione di riferimento		$\sigma_s/2 =$	1.775	daN/cm ²	Le tensioni sono minori di $\sigma_s/2$ pertanto le sezioni sono verificate				
SPESSORE TUBAZIONE INTERNA (par. 4,3,3 D.M. 23/02/71)									
Materiale tubazione		acciaio	L355						
D.N. =		200	mm	Diametro nominale					
$\sigma_s =$		3.550	daN/cm ²	Tensione di snervamento					
p =		38,59	daN/cm ²	Pressione massima d'esercizio					
s min =		3,11	mm	<<	6,30	mm	spessore nominale di progetto		
DIAMETRO CONTROTUBO									
Si utilizza un controtubo che abbia una sezione libera superiore al doppio della sezione della condotta in attraversamento									
Diametro condotta		200	mm						
DN controtubo		400	mm						
Diametro teorico		283	mm	verificato					

4. Attraversamento località Fraidis

L'attraversamento trasversale dell'argine sarà realizzato mediante posa di un tubo camicia in acciaio L355 del diametro di 600 mm all'interno del quale verrà inserita una condotta sempre in acciaio del diametro di 300 mm per il collegamento con la condotta comiziale.

Valori utilizzati per il calcolo del tubo di protezione

Tubo guaina : materiale acciaio

Tensione snervamento acciaio L355 = $\sigma_s = 3,550$ [daN/cm²]

Tensione ammissibile = $\sigma_{adm} = 1,755$ [daN/cm²]

Diametro nominale = 600 mm

Diametro esterno D = 406,4 mm

Spessore tubazione = 6,3mm

Raggio interno = 300 mm

Altezza rinterro = distanza minima tra il piano viabile e la generatrice superiore del controtubo = 1,80 m

Peso specifico tubazione = $\gamma_a = 7,850$ [daN/mc]

Peso specifico medio terreno = $\gamma_t = 1,6$ [daN/mc]

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 300 in controtubo 600							
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE							
CARICO	SEZ. SUPERIORE		SEZ. MEDIANA		SEZ. INFERIORE		
	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	
PESO PROPRIO	3,5	-11,8	-4,0	37,0	10,6	11,8	
CARICO RIPARTITO SUPERIORE	113,3	-133,8	-116,0	1.261,1	222,2	133,8	
CARICO RIPARTITO LATERALE	-47,3	630,6	47,3	0,0	-47,3	630,6	
CARICO TRIANGOLARE LATERALE	-4,5	45,0	5,4	0,0	-6,3	99,0	
REAZIONE RADIALE A 60°	-111,0	75,1	11,4	0,0	-169,7	603,6	
(minima)	-117,2	79,2	12,1	1,0	-179,1	637,3	
TOTALI							
con la reaz. rad. min	-46,0	605,0	-56,0	1.298,1	9,5	1.478,7	
con la reaz. radiale max	-52,2	609,2	-55,3	1.299,1	0,0	1.512,4	

CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE							
VERIFICHE							
SOLLECITAZIONI CONTROTUBO							
SEZIONE SUPERIORE	$\sigma_{min} =$	282	daN/cm ^q	$\sigma_{max} =$	319	daN/cm ^q	
SEZIONE MEDIANA	$\sigma_{max} =$	349	daN/cm ^q	$\sigma_{min} =$	345	daN/cm ^q	
SEZIONE INFERIORE	$\sigma_{max} =$	72	daN/cm ^q	$\sigma_{min} =$	15	daN/cm ^q	
Tensione di riferimento	$\sigma_s/2 =$	1.775	daN/cm ^q	Le tensioni sono minori di $\sigma_s/2$ pertanto le sezioni sono verificate			
SPESSORE TUBAZIONE INTERNA (par. 4,3,3 D.M. 23/02/71)							
Materiale tubazione	acciaio	L355					
D.N. =	300	mm	Diametro nominale				
$\sigma_s =$	3.550	daN/cm ^q	Tensione di snervamento				
p =	19,65	daN/cm ^q	Pressione massima d'esercizio				
s min =	2,63	mm	<<	323,90	mm	spessore nominale di progetto	
DIAMETRO CONTROTUBO							
Si utilizza un controtubo che abbia una sezione libera superiore al doppio della sezione della condotta in attraversamento							
Diametro condotta	300	mm					
DN controtubo	600	mm					
Diametro teorico	424	mm	verificato				

5. Attraversamento località Torangius

L'attraversamento trasversale dell'argine sarà realizzato mediante posa di un tubo camicia in acciaio L355 del diametro di 400 mm all'interno del quale verrà inserita una condotta sempre in acciaio del diametro di 200 mm per il collegamento con la condotta comiziale.

Il calcolo è uguale a quello dell'attraversamento in località Fainxeddass

6. Attraversamento località Su Pardu

L'attraversamento trasversale dell'argine sarà realizzato mediante posa di un tubo camicia in acciaio L355 del diametro di 500 mm all'interno del quale verrà inserita una condotta sempre in acciaio del diametro di 350 mm per il collegamento con la condotta comiziale.

Valori utilizzati per il calcolo del tubo di protezione

Tubo guaina : materiale acciaio

Tensione snervamento acciaio L355 = $\sigma_s = 3,550$ [daN/cm²]

Tensione ammissibile = $\sigma_{adm} = 1,755$ [daN/cm²]

Diametro nominale = 500 mm

Diametro esterno $D = 508$ mm

Spessore tubazione = 6,3mm

Raggio interno = 250 mm

Altezza rinterro = distanza minima tra il piano viabile e la generatrice superiore del controtubo = 1,80 m

Peso specifico tubazione = $\gamma_a = 7,850$ [daN/mc]

Peso specifico medio terreno = $\gamma_t = 1,6$ [daN/mc]

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 350 in controtubo 500							
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE							
CARICO	SEZ. SUPERIORE		SEZ. MEDIANA		SEZ. INFERIORE		
	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	
PESO PROPRIO	3,5	-11,8	-4,0	37,0		10,6	11,8
CARICO RIPARTITO SUPERIORE	113,3	-133,8	-116,0	1.261,1		222,2	133,8

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 350 in controtubo in acc 500									
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE									
VERIFICHE									
SOLLECITAZIONI CONTROTUBO									
SEZIONE SUPERIORE		$\sigma_{min} =$	38	daN/cm ²	$\sigma_{max} =$	11	daN/cm ²		
SEZIONE MEDIANA		$\sigma_{max} =$	380	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	377	daN/cm ²		
SEZIONE INFERIORE		$\sigma_{max} =$	539	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	483	daN/cm ²		
Tensione di riferimento		$\sigma_s/2 =$	1.775	daN/cm ²	Le tensioni sono minori di $\sigma_s/2$ pertanto le sezioni sono verificate				
SPESSORE TUBAZIONE INTERNA (par. 4,3,3 D.M. 23/02/71)									
Materiale tubazione		acciaio	L355						
D.N. =		350	mm	Diametro nominale					
$\sigma_s =$		3.550	daN/cm ²	Tensione di snervamento					
p =		15,63	daN/cm ²	Pressione massima d'esercizio					
s min =		2,52	mm	<<	6,30	mm	spessore nominale di progetto		
DIAMETRO CONTROTUBO									
Si utilizza un controtubo che abbia una sezione libera superiore al doppio della sezione della condotta in attraversamento									
Diametro condotta		350	mm						
DN controtubo		600	mm						
Diametro teorico		495	mm	verificato					

7. Attraversamento località Bau Ampei

L'attraversamento trasversale dell'argine sarà realizzato mediante posa di un tubo camicia in acciaio L355 del diametro di 500 mm all'interno del quale verrà inserita una condotta sempre in acciaio del diametro di 20 mm per il collegamento con la condotta comiziale.

Tubo guaina : materiale acciaio

Tensione snervamento acciaio L355 = $\sigma_s = 3,550$ [daN/cm²]

Tensione ammissibile = $\sigma_{adm} = 1,755$ [daN/cm²]

Diametro nominale = 500 mm

Diametro esterno D = 508 mm

Spessore tubazione = 6,3mm

Raggio interno = 250 mm

Altezza rinterro = distanza minima tra il piano viabile e la generatrice superiore del controtubo = 1,80 m

Peso specifico tubazione = $\gamma_a = 7,850$ [daN/mc]

Peso specifico medio terreno = $\gamma_t = 1,6$ [daN/mc]

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 250 in controtubo 500							
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE							
CARICO	SEZ. SUPERIORE		SEZ. MEDIANA		SEZ. INFERIORE		
	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	
PESO PROPRIO	2,5	-9,8	-2,8	30,8	7,4	9,8	
CARICO RIPARTITO SUPERIORE	73,0	-103,5	-74,8	975,8	143,2	103,5	
CARICO RIPARTITO LATERALE	-30,5	487,9	30,5	0,0	-30,5	487,9	
CARICO TRIANGOLARE LATERALE	-2,6	31,3	3,1	0,0	-3,6	68,8	
REAZIONE RADIALE A 60°	-38,4	31,2	4,0	0,0	-58,8	250,9	
(minima)	-42,0	34,1	4,3	1,0	-64,3	274,3	
TOTALI							
con la reaz. rad. min	3,9	437,0	-40,0	1.006,6	57,7	920,9	
con la reaz. radiale max	0,4	439,9	-39,7	1.007,6	52,2	944,3	

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 250 in controtubo in acciaio 500									
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE									
VERIFICHE									
SOLLECITAZIONI CONTROTUBO									
SEZIONE SUPERIORE	$\sigma_{min} =$	28	daN/cm ²	$\sigma_{max} =$	7	daN/cm ²			
SEZIONE MEDIANA	$\sigma_{max} =$	250	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	248	daN/cm ²			
SEZIONE INFERIORE	$\sigma_{max} =$	355	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	323	daN/cm ²			
Tensione di riferimento	$\sigma_s/2 =$	1.775	daN/cm ²	Le tensioni sono minori di $\sigma_s/2$ pertanto le sezioni sono verificate					
SPESSORE TUBAZIONE INTERNA (par. 4,3,3 D.M. 23/02/71)									
Materiale tubazione	acciaio	L355							
D.N. =	250	mm	Diametro nominale						
$\sigma_s =$	3.550	daN/cm ²	Tensione di snervamento						
p =	26,32	daN/cm ²	Pressione massima d'esercizio						
s min =	2,81	mm	<<	5,00	mm	spessore nominale di progetto			
DIAMETRO CONTROTUBO									
Si utilizza un controtubo che abbia una sezione libera superiore al doppio della sezione della condotta in attraversamento									
Diametro condotta	250	mm							
DN controtubo	500	mm							
Diametro teorico	354	mm	verificato						

8. Attraversamento località Cuccuru Ruinas

L'attraversamento trasversale dell'argine sarà realizzato mediante posa di un tubo camicia in acciaio L355 del diametro di 400 mm all'interno del quale verrà inserita una condotta sempre in acciaio del diametro di 150 mm per il collegamento con la condotta comiziale.

Tubo guaina : materiale acciaio

Tensione snervamento acciaio L355 = $\sigma_s = 3,550$ [daN/cm²]

Tensione ammissibile = $\sigma_{adm} = 1,755$ [daN/cm²]

Diametro nominale = 500 mm

Diametro esterno $D = 508$ mm

Spessore tubazione = 6,3mm

Raggio interno = 250 mm

Altezza rinterro = distanza minima tra il piano viabile e la generatrice superiore del controtubo = 1,80 m

Peso specifico tubazione = $\gamma_a = 7,850$ [daN/mc]

Peso specifico medio terreno = $\gamma_t = 1,6$ [daN/mc]

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN150 in controtubo							
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE							
CARICO	SEZ. SUPERIORE		SEZ. MEDIANA		SEZ. INFERIORE		
	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	
PESO PROPRIO	1,6	-7,9	-1,8	24,7	4,7	7,9	
CARICO RIPARTITO SUPERIORE	43,1	-76,4	-44,2	720,5	84,6	76,4	
CARICO RIPARTITO LATERALE	-18,0	360,3	18,0	0,0	-18,0	360,3	
CARICO TRIANGOLARE LATERALE	-1,3	20,0	1,6	0,0	-1,9	44,0	
REAZIONE RADIALE A 60°	-22,7	23,0	2,3	0,0	-34,7	185,2	
(minima)	-24,5	24,9	2,5	1,0	-37,5	200,2	
TOTALI							
con la reaz. rad. min	2,7	319,0	-24,0	745,2	34,7	673,8	
con la reaz. radiale max	0,8	320,8	-23,8	746,2	31,9	688,7	

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN150 in controtubo in acciaio									
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE									
VERIFICHE									
SOLLECITAZIONI CONTROTUBO									
SEZIONE SUPERIORE		$\sigma_{min} =$	19	daN/cm ²	$\sigma_{max} =$	8	daN/cm ²		
SEZIONE MEDIANA		$\sigma_{max} =$	152	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	151	daN/cm ²		
SEZIONE INFERIORE		$\sigma_{max} =$	215	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	198	daN/cm ²		
Tensione di riferimento		$\sigma_s/2 =$	1.775	daN/cm ²	Le tensioni sono minori di $\sigma_s/2$ pertanto le sezioni sono verificate				
SPESSORE TUBAZIONE INTERNA (par. 4,3,3 D.M. 23/02/71)									
Materiale tubazione		acciaio	L355						
D.N. =		150	mm	Diametro nominale					
$\sigma_s =$		3.550	daN/cm ²	Tensione di snervamento					
p =		65,10	daN/cm ²	Pressione massima d'esercizio					
s min =		3,62	mm	<<	4,00	mm	spessore nominale di progetto		
DIAMETRO CONTROTUBO									
Si utilizza un controtubo che abbia una sezione libera superiore al doppio della sezione della condotta in attraversamento									
Diametro condotta		150	mm						
DN controtubo		400	mm						
Diametro teorico		212	mm	verificato					

9. Attraversamento località Barramau

L'attraversamento trasversale dell'argine sarà realizzato mediante posa di un tubo camicia in acciaio L355 del diametro di 1100 mm all'interno del quale verrà inserita una condotta sempre in acciaio del diametro di 700 mm per il collegamento con la condotta comiziale.

Tubo guaina : materiale acciaio

Tensione snervamento acciaio L355 = $\sigma_s = 3,550$ [daN/cm²]

Tensione ammissibile = $\sigma_{adm} = 1,755$ [daN/cm²]

Diametro nominale = 1100 mm

Raggio interno = 550 mm

Altezza rinterro = distanza minima tra il piano viabile e la generatrice superiore del controtubo = 1,80 m

Peso specifico tubazione = $\gamma_a = 7,850$ [daN/mc]

Peso specifico medio terreno = $\gamma_t = 1,6$ [daN/mc]

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 700 in controtubo 1100							
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE							
CARICO	SEZ. SUPERIORE		SEZ. MEDIANA		SEZ. INFERIORE		
	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	M (daNm)	N (daN)	
PESO PROPRIO	11,9	-21,6	-13,6	67,8	35,6	21,6	
CARICO RIPARTITO SUPERIORE	516,9	-333,0	-529,4	3.138,8	1.013,7	333,0	
CARICO RIPARTITO LATERALE	-215,8	1.569,4	215,8	0,0	-215,8	1.569,4	
CARICO TRIANGOLARE LATERALE	-27,7	151,3	33,3	0,0	-38,8	332,8	
REAZIONE RADIALE A 60° (minima)	-268,1 -306,3	98,9 113,0	27,6 31,5	0,0 1,0	-409,9 -468,2	795,4 908,5	
TOTALI							
con la reaz. rad. min	17,1	1.464,9	-266,4	3.206,6	384,9	3.052,1	
con la reaz. radiale max	-21,1	1.479,0	-262,4	3.207,6	326,5	3.165,3	

Attraversamento del rilevato arginale in sinistra Tirso con condotta idrica in acciaio a pressione DN 700 in controtubo in acciaio 1100									
CALCOLI STATICI E VERIFICHE IDRAULICHE									
VERIFICHE									
SOLLECITAZIONI CONTROTUBO									
SEZIONE SUPERIORE	$\sigma_{min} =$	117	daN/cm ²	$\sigma_{max} =$	141	daN/cm ²			
SEZIONE MEDIANA	$\sigma_{max} =$	1.630	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	1.607	daN/cm ²			
SEZIONE INFERIORE	$\sigma_{max} =$	2.340	daN/cm ²	$\sigma_{min} =$	1.991	daN/cm ²			
Tensione di riferimento	$\sigma_s/2 =$	1.775	daN/cm ²	Le tensioni sono minori di $\sigma_s/2$ pertanto le sezioni sono verificate					
SPESSORE TUBAZIONE INTERNA (par. 4,3,3 D.M. 23/02/71)									
Materiale tubazione	acciaio	L355							
D.N. =	700	mm	Diametro nominale						
$\sigma_s =$	3.550	daN/cm ²	Tensione di snervamento						
p =	7,28	daN/cm ²	Pressione massima d'esercizio						
S min =	2,43	mm	<<	7,30	mm	spessore nominale di progetto			
DIAMETRO CONTROTUBO									
Si utilizza un controtubo che abbia una sezione libera superiore al doppio della sezione della condotta in attraversamento									
Diametro condotta	700	mm							
DN controtubo	1.100	mm							
Diametro teorico	990	mm	verificato						

10. Attraversamento località Barramau

L'attraversamento trasversale dell'argine sarà realizzato mediante posa di un tubo camicia in acciaio L355 del diametro di 1100 mm all'interno del quale verrà inserita una condotta sempre in acciaio del diametro di 700 mm per il collegamento con la condotta comiziale

I calcoli sono uguali a quelli visti per l'attraversamento in località Fraidis

Oristano, luglio 2018

Il Progettista

Dott. Ing. Roberto Sanna