



CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

Bacino Saline - Pescara - Alento - Foro
CHIETI



Oggetto:

**INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE
- PRIMO LOTTO -**

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:

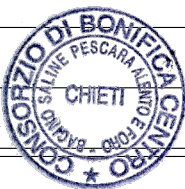
RELAZIONE DI VERIFICA STATICA DELLE CONDOTTE

Numero Elab.

A.26.05

Scala -:-:-

DATA **23 GIU. 2017**

REV.	DATA	DESCRIZIONE
	28 GEN. 2021	

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Massimiliano Giardinelli

IL PROGETTISTA

Ing. Cesare Garofalo

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA

Geom. Giovanni Cavalli

Visti e/o pareri



CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

Via Gizio n. 36 - Chieti



Oggetto:

INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE
- PRIMO LOTTO -

PROGETTO ESECUTIVO

Descrizione elaborato:

RELAZIONE di VERIFICA STATICA
DELLE CONDOTTE

Numero elaborato:

R_A2.r0

Data: 20.08.2019

Rev.	Data	Descrizione

Progettisti:

Ing. Vincenzo D'Angelo



INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE - PRIMO LOTTO -

1. PREMESSA

Il progetto "interventi per l'ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo – Saline - primo lotto" prevede l'impiego di tubazioni in polietilene ad alta densità HDPE già descritte nella relazione idraulica. Tali condotte sono posate in una trincea con uno scorrimento medio posto a 2.50 m sotto il piano campagna. Il tracciato previsto esclude il passaggio sotto la sede stradale. Le condotte interrate verranno posate su un letto di materiale arido sciolto e rinfiancate con lo stesso inerte. Il rinfianco verrà opportunamente costipato per limitare le deformazioni delle condotte.

Nelle pagine seguenti vengono riportate le verifiche statiche eseguite per valutare le massime deformazioni diametrali delle condotte e la stabilità alla instabilità elastica, entrambi determinate dalla sommatoria dei carichi insistenti sui tubi.

2. Metodo di verifica

I tubi in polietilene staticamente si comportano come tubi deformabili; la loro deformazione viene comunque limitata dalla reazione del terreno che collabora alla stabilità strutturale del sistema tubo-terreno. Le condotte interrate subiscono l'azione dei carichi esterni che determinano uno stato coattivo che porta alla deformazione delle condotte stesse.

Le forze che arrivano sul tubo vengono determinate con:

- il modello di Marston per i carichi statici dovuti al rinterro e ai carichi in superficie;
- il modello secondo DIN 1072 per i carichi mobili sulla superficie;
- schema idrostatico per i carichi dovuti alla falda.

Le deformazioni vengono determinate applicando la teoria di Spangler, mentre la stabilità elastica viene verificata con la teoria della elasticità.

3. Interpretazione dei risultati

Come evidenziato nelle schede di calcolo, le condotte utilizzate subiscono deformazioni diametrali ampiamente contenute nei limiti ammissibili indicate da varie norme di calcolo ($\Delta\phi < 6\%$). Questo risultato si ottiene grazie al contributo del rinfiamento delle condotte eseguito con un misto di sabbia e ghiaietto opportunamente costipato. Anche la verifica della instabilità elastica risulta sempre soddisfatta dato che le tensioni indotte nel tubo dalle forze sollecitanti risultano sempre inferiori alla pressione critica.

Il progettista

Ing. Vincenzo D'Angelo

A circular blue ink stamp of an Italian engineer. The text around the perimeter reads "Doct. Ing. VINCENZO D'ANGELO" at the top and "ALBO INGENNERI PROV. DI PESCARA" at the bottom. In the center, the number "N. 663" is printed. To the right of the stamp is a handwritten signature in blue ink that reads "Vincenzo D'Angelo".

TRATTO A – PICCHETTO 440 – TUBO DE 1200mm PN 10**DATI DI INGRESSO**

diametro esterno	de	1,2	m
SDR		17	
classe di resistenza (PN o SN)		10	bar
spessore parete	e _n	0,07	m
modulo elastico tubo a breve	E' _m	1200	Mpa
modulo elastico tubo a lungo	E _m	200	Mpa
modulo di Poisson	v	0,4	
altezza di copertura	h	1,3	m
base scavo	B	1,8	m
falda (profondità dal p.c.)	hw	n	m
traffico sulla superficie			
1= pesante; 2=veicolare;0 = assente	Tr	1	
gruppo terreno di rinfiaccio	G	2	
1= roccia frantumata, ghiaie e ghiaietti		θ = 35 - 40	
2 = sabbie alluvionale e moreniche, ghiaietti		θ = 28 - 33	
3 = sabbia argillosa, argilla, ghiaie degradate		θ = 22 - 30	
4= terre forti, argille, marne		θ = 15 - 20	
peso specifico	g _t	19000	N
angolo di attrito interno	θ	30	
angolo di attrito trincea/riporto	θ ₁	27	
compattazione (85;90;95;100)	%	95	
classe di compattazione		W	
modulo elastico	Et	7,81	Mpa
Tipo trincea	T	2	
1 : stretta = h>2B se B>3de			
2 : larga = h>2B se 3d< B < 10de			
3 : terrapieno = h<2B se B >10de			
pressione max di esercizio	Pe		bar

CALCOLO

Tipo trincea	T	2	
coefficiente di ripartizione del carico	χ	0,850	

Carico dal terreno

trincea stretta

$Q_t = c_d \gamma_t d_n B$	Q_t	-	N/m
$q_t = \chi Q_t / d_e$	q_t	-	N/m ²
$c_d = \frac{(1 - \exp(-2K_a h \tan \theta) / B)}{(-2K_a h \tan \theta) / B}$	c_d	-	
$k_a = \tan^2(90 - \varphi) / 2$	k_a	-	

trincea larga

$Q_t = c_d \gamma_t B^2$	Q_t	50684,400	N/m
$q_t = Q_t / (0,85 d_e)$	q_t	49690,588	N/m ²
$c'd = 1,71 h / d_e$	$c'd$	1,853	

Carico dal traffico

$q_s = a_1 (P_s \varphi) / (h^{a_2})$	q_s	49396,554	N/m ²
$Q_s = \chi q_s d_e$	Q_s	50384,486	N/m

carico per ruota P_s	100000	N
fattore di incremento dinamico φ	1,230769231	
a_1	0,528	
a_2	1,046	

Carico per il fluido trasportato

$Q_a = g_w V$	Q_a	8820,260	N
---------------	-------	----------	---

Carico per la falda nel terreno

$Q_f = q_f d_n$	Q_t	0	N
$p_f = g_w (h - h_w + d_e / 2)$	p_t	0	N/m ²

Reazione laterale del terreno

$$R_t = r_t d_n 2^{0,5}/2 \quad 81700,23766 \quad \text{N/m}$$

$$r_t = \frac{(q_t + q_s + q_f) c_r d^4}{c_r d e^4 + 18,3 E_m e_n^3} \quad 96284,65345 \quad \text{N/m}^2$$

fattore di compattazione f_c	f_c	16	
$c_r = f_c h$	c_r	20,8	

Verifica della deformazione diametrale

diametro condotta	d_e	1,2	m
coefficiente	c_s	0,085	
coefficiente	f_r	2	

$$\Delta\phi = \frac{c_s (f_r q_t + q_s + q_f) c_r d^4}{2 (E_m e_n^3)/(3 d e^3) + 0,061 E_t} \quad \Delta\phi \quad 0,03 \quad \text{M}$$

$\Delta\phi \%$	2,51	<u>4</u>
-----------------	------	----------

verificato de $\Delta\phi < 6\%$ de	si
-------------------------------------	----

Verifica all'instabilità elastica

$$\Delta p = p_{\text{ext}} = (Q_t + Q_s + Q_f)/d_e \quad p_{\text{ext}} \quad 84224,07 \quad \text{N/m}^2$$

$$p_{\text{cr}} = \frac{E_m'}{(1 - \nu^2)} \frac{e_n^3}{(d_e - e)^3} \quad p_{\text{cr}} \quad 339594,58 \quad \text{N/m}^2$$

verificato se $p_{\text{cr}} > p_{\text{ext}}$	si
--	----

TRATTO PICCHETTO 440 – PICCHETTO 690 - TUBO DE 710mm PN 10**DATI DI INGRESSO**

diametro esterno	de	0,71	m
SDR		17	
classe di resistenza (PN o SN)		10	bar
spessore parete	e _n	0,042	m
modulo elastico tubo a breve	E' _m	1200	Mpa
modulo elastico tubo a lungo	E _m	200	Mpa
modulo di Poisson	v	0,4	
altezza di copertura	h	1,3	m
base scavo	B	1,4	m
falda (profondità dal p.c.)	hw	n	m
traffico sulla superficie			
1= pesante; 2=veicolare;0 = assente	Tr	1	
gruppo terreno di rinfiaccio	G	2	
1= roccia frantumata, ghiaie e ghiaietti		θ = 35 - 40	
2 = sabbie alluvionale e moreniche, ghiaietti		θ = 28 - 33	
3 = sabbia argillosa, argilla, ghiaie degradate		θ = 22 - 30	
4= terre forti, argille, marne		θ = 15 - 20	
peso specifico	g _t	19000	N
angolo di attrito interno	θ	30	
angolo di attrito trincea/riporto	θ ₁	27	
compattazione (85;90;95;100)	%	95	
classe di compattazione		W	
modulo elastico	Et	7,81	Mpa
Tipo trincea	T	2	
1 : stretta = h>2B se B>3de			
2 : larga = h>2B se 3d< B < 10de			
3 : terrapieno = h<2B se B >10de			
pressione max di esercizio	Pe		bar

CALCOLO

Tipo trincea	T	2	
coefficiente di ripartizione del carico	χ	0,850	

Carico dal terreno

trincea stretta

$Q_t = c_d \gamma_t d_n B$	Q_t	-	N/m
$q_t = \chi Q_t / d_e$	q_t	-	N/m ²
$c_d = \frac{(1 - \exp(-2K_a h \tan \theta) / B)}{(-2K_a h \tan \theta) / B}$	c_d	-	
$k_a = \tan^2(90 - \varphi) / 2$	k_a	-	

trincea larga

$Q_t = c_d \gamma_t B^2$	Q_t	29988,270	N/m
$q_t = Q_t / (0,85 d_e)$	q_t	49690,588	N/m ²
$c'd = 1,71 h / d_e$	$c'd$	3,131	

Carico dal traffico

$q_s = a_1 (P_s \varphi) / (h^{a_2})$	q_s	49396,554	N/m ²
$Q_s = \chi q_s d_e$	Q_s	29810,821	N/m

carico per ruota P_s	100000	N
fattore di incremento dinamico φ	1,230769231	
a_1	0,528	
a_2	1,046	

Carico per il fluido trasportato

$Q_a = g_w V$	Q_a	3076,227	N
---------------	-------	----------	---

Carico per la falda nel terreno

$Q_f = q_f d_n$	Q_t	0	N
$p_f = g_w (h - h_w + d_e / 2)$	p_t	0	N/m ²

Reazione laterale del terreno

$$R_t = r_t d_n 2^{0,5}/2 \quad 47318,75033 \quad \text{N/m}$$

$$r_t = \frac{(q_t + q_s + q_f) c_r d^4}{c_r d e^4 + 18,3 E_m e_n^3} \quad 94251,85699 \quad \text{N/m}^2$$

fattore di compattazione f_c	f_c	16	
$c_r = f_c h$	c_r	20,8	

Verifica della deformazione diametrale

diametro condotta	d_e	0,71	m
coefficiente	c_s	0,085	
coefficiente	f_r	2	

$$\Delta\phi = \frac{c_s (f_r q_t + q_s + q_f) c_r d^4}{2(E_m e_n^3)/(3 d e^3)+0,061 E_t} \quad \Delta\phi \quad 0,03 \quad \text{m}$$

$\Delta\phi \%$	2,51	
-----------------	------	--

7

verificato de $\Delta\phi < 6\%$ de	si	
-------------------------------------	----	--

Verifica all'instabilità elastica

$$\Delta p = p_{\text{ext}} = (Q_t + Q_s + Q_f)/d_e \quad p_{\text{ext}} \quad 84224,07 \quad \text{N/m}^2$$

$$p_{\text{cr}} = \frac{E_m'}{(1 - \nu^2)} \frac{e_n^3}{(d_e - e)^3} \quad p_{\text{cr}} \quad 355075,28 \quad \text{N/m}^2$$

verificato se $p_{\text{cr}} > p_{\text{ext}}$	si	
--	----	--

TRATTO PICCHETTO 440 – DISTRETTI 51/52 - TUBO DE 1000mm PN 6.3**DATI DI INGRESSO**

diámetro esterno	de	1,00	m
SDR		26	
classe di resistenza (PN o SN)		6,3	bar
spessore parete	e_n	0,038	m
modulo elastico tubo a breve	E'_m	1200	Mpa
modulo elastico tubo a lungo	E_m	200	Mpa
modulo di Poisson	ν	0,4	
altezza di copertura	h	1,3	m
base scavo	B	1,6	m
falda (profondità dal p.c.)	hw	n	m
traffico sulla superficie			
1= pesante; 2=veicolare;0 = assente	Tr	1	
gruppo terreno di rinfiaccio	G	2	
1= roccia frantumata, ghiaie e ghiaietti		$\theta = 35 - 40$	
2 = sabbie alluvionale e moreniche, ghiaietti		$\theta = 28 - 33$	
3 = sabbia argillosa, argilla, ghiaie degradate		$\theta = 22 - 30$	
4= terre forti, argille, marne		$\theta = 15 - 20$	
peso specifico	g_t	19000	N
angolo di attrito interno	θ	30	
angolo di attrito trincea/riporto	θ_1	27	
compattazione (85;90;95;100)	%	95	
classe di compattazione		W	
modulo elastico	E_t	7,81	Mpa
Tipo trincea	T	2	
1 : stretta = $h > 2B$ se $B > 3de$			
2 : larga = $h > 2B$ se $3d < B < 10de$			
3 : terrapieno = $h < 2B$ se $B > 10de$			
pressione max. di esercizio	P_e		bar

CALCOLO

Tipo trincea	T	2	
coefficiente di ripartizione del carico	χ	0,850	

Carico dal terreno

trincea stretta

$Q_t = c_d \gamma_t d_n B$	Q_t	-	N/m
$q_t = \chi Q_t / d_e$	q_t	-	N/m ²
$c_d = \frac{(1 - \exp(-2K_a h \tan \theta) / B)}{(-2K_a h \tan \theta) / B}$	c_d	-	
$k_a = \tan^2(90 - \varphi) / 2$	k_a	-	

trincea larga

$Q_t = c_d \gamma_t B^2$	Q_t	42237,000	N/m
$q_t = Q_t / (0,85 d_e)$	q_t	49690,588	N/m ²
$c'd = 1,71 h / d_e$	$c'd$	2,223	

Carico dal traffico

$q_s = a_1 (P_s \varphi) / (h^{a_2})$	q_s	49396,554	N/m ²
$Q_s = \chi q_s d_e$	Q_s	41987,071	N/m

carico per ruota P_s	100000	N
fattore di incremento dinamico φ	1,230769231	
a_1	0,528	
a_2	1,046	

Carico per il fluido trasportato

$Q_a = g_w V$	Q_a	6702,142	N
---------------	-------	----------	---

Carico per la falda nel terreno

$Q_f = q_f d_n$	Q_t	0	N
$p_f = g_w (h - h_w + d_e / 2)$	p_t	0	N/m ²

Reazione laterale del terreno

$$R_t = r_t d_n 2^{0,5}/2 \quad 69395,15523 \quad \text{N/m}$$

$$r_t = \frac{(q_t + q_s + q_f) c_r d^4}{c_r d e^4 + 18,3 E_m e_n^3} \quad 98139,56969 \quad \text{N/m}^2$$

fattore di compattazione f_c	f_c	16	
$c_r = f_c h$	c_r	20,8	

Verifica della deformazione diametrale

diametro condotta	d_e	1	M
coefficiente	c_s	0,085	
coefficiente	f_r	2	

$$\Delta\phi = \frac{c_s (f_r q_t + q_s + q_f) c_r d^4}{2(E_m e_n^3)/(3 d e^3)+0,061 E_t} \quad \Delta\phi \quad 0,03 \quad \text{m}$$

$\Delta\phi \%$	2,61	<u>10</u>
-----------------	------	-----------

verificato de $\Delta\phi < 6\%$ de	si
-------------------------------------	----

Verifica all'instabilità elastica

$$\Delta p = p_{\text{ext}} = (Q_t + Q_s + Q_f)/d_e \quad p_{\text{ext}} \quad 84224,07 \quad \text{N/m}^2$$

$$p_{\text{cr}} = \frac{E_m'}{(1 - \nu^2)} \frac{e_n^3}{(d_e - e)^3} \quad p_{\text{cr}} \quad 88049,63 \quad \text{N/m}^2$$

verificato se $p_{\text{cr}} > p_{\text{ext}}$	si
--	----