



CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

Sede legale e recapito postale:

44121 Ferrara - Via Borgo dei Leoni, 28 - C.F. 93076450381

web: www.bonificaferrara.it - e-mail: info@bonificaferrara.it - pec: posta.certificata@pec.bonificaferrara.it

aderente all'  Associazione Nazionale Bonifiche, Irrigazioni e Miglioramenti Fondiari

SISTEMA IRRIGUO VALLE PEGA

PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

Provincia di Ferrara

Comuni di Comacchio e Ostellato

**Recupero, adeguamento e miglioramento
funzionale del sistema irriguo di Valle Pega**

RELAZIONI TECNICHE E SPECIALISTICHE

Elaborato:

DISTRIBUZIONE IRRIGUA

**RELAZIONE TECNICA ATTRAVERSAMENTI
IN SPINGITUBO**

Codifica:

3.2

**Progetto generale e
integrazione delle prestazioni
specialistiche:**

Dott. Ing. Marco Volpin



Progetto rete di distribuzione:


Dott. Ing. Emiliano Corsi

**Progetto opere
elettromeccaniche:**


Società di ingegneria

Per. Ind. Deris Ortali

Progetto impianti elettrici:

A A ENGINEERING
DI ANGELINI ANDREA

Per. Ind. Andrea Angelini

Data:

28.06.2021

**Il Responsabile
del Procedimento**

Geom. Marco Ardizzoni

Indagini geologiche:



Dott. Geol. Antonio Mucchi

Coordinamento sicurezza:



Dott. Ing. Livia Burini

Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
A	Emissione	E.CORSI	P.FLAMIGNI	E.CORSI	Aprile 2021
B					
C					

INDICE

1. PREMESSE	2
2. DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA IMPIEGATA	5
3. DESCRIZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI	6
3.1 Attraversamenti di canali adduttori e scoli consortili	6
3.3 Attraversamenti di strade provinciali	7
3.4 Attraversamenti di strade comunali	7
4. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE	10
5. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE	15
6. DIMENSIONAMENTO STATICO DELLE TUBAZIONI DI PROTEZIONE	19
6.1 Normativa di riferimento	19
6.2 Caratteristiche dei materiali e criteri di dimensionamento	19
6.3 Calcolo delle azioni ovalizzanti	20
6.4 Calcolo delle sollecitazioni indotte dai carichi trasversali	22
6.5 Verifica della sezione del tubo di protezione sottoposta ai carichi trasversali in fase di esercizio	22
ALLEGATI	25

1. PREMESSE

La presente relazione tecnica è relativa agli attraversamenti da realizzarsi con la tecnica trenchless dello spingitubo nell'ambito dei lavori di *Recupero, adeguamento e miglioramento funzionale del sistema irriguo di Valle Pega*.

Il comprensorio Valle Pega si presenta delimitato da arginature perimetrali, che separano il bacino dalle residue Valli sul lato a sud ed est, dal Canale Navigabile Migliarino-Porto Garibaldi sul lato nord e dal Mezzano ad ovest, nei comuni di Comacchio e Ostellato (FE).

La Valle Pega è stata bonificata dalle acque salmastre negli anni 50 mediante interventi seguiti dall'Ufficio del Genio Civile di Ferrara prima e dall'Ente Delta Padano poi.

Morfologicamente i terreni bonificati, costituiti da sedimenti vallivi a tessiture variabili, si possono suddividere in due aree generali, quella nord-occidentale prevalentemente sabbiosa e quella sud-orientale caratterizzata da terreni sempre principalmente sabbiosi, ma con granulometrie più fini.

In coincidenza di dossi si presentano come elementi di discontinuità delle campagne frequenti "macchie" di terreno sciolto sabbioso, prevalentemente a sviluppo nord-sud.

A ricordare l'origine comune valliva sono presenti, in più punti del bacino, sedimenti ricchi di gusci calcarei e conchiglie, il cosiddetto "capulerio".

Più nel dettaglio, la presente relazione tratterà i seguenti attraversamenti da eseguirsi con la tecnica dello spingitubo, di seguito distinti per Comizio irriguo:

Comizio irriguo n.1:

- attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo "Bosco";
- attraversamento Adduttore Pega Ovest e Strada Provinciale 73 Arsa Pega Ramo "B";
- attraversamento Adduttore Pega Ovest e Strada Provinciale 73 Arsa Pega Ramo "C";
- attraversamento Canale Folegatti Ramo "F";
- attraversamento Strada Provinciale n.73 Arsa Pega Ramo "Bosco".

Comizio irriguo n.2:

- attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo "Nord";
- attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo "Sud";
- attraversamento Strada Comunale Trieste n.1;
- attraversamento Strada Comunale Trieste n.2;
- attraversamento Strada Comunale Trieste n.3.

Comizio irriguo n.3:

- attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo "Nord";

- attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo “Sud”;
- attraversamento Strada Comunale Fiume n.1;
- attraversamento Strada Comunale Fiume n.2;
- attraversamento Strada Comunale Fiume n.3;
- attraversamento Strada Comunale Fiume n.4.

Comizio irriguo n.4:

- attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo “Nord”;
- attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo “Sud”;
- attraversamento Strada Comunale Portorose n.1;
- attraversamento Strada Comunale Portorose n.2;
- attraversamento Strada Comunale Portorose n.3.

Comizio irriguo n.5:

- attraversamento Strada Comunale Buie d’Istria n.1;
- attraversamento Strada Comunale Buie d’Istria n.2;
- attraversamento Strada Comunale Buie d’Istria n.3.

Comizio irriguo n.6:

- attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Nord”;
- attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Sud”;
- attraversamento Canale Adduttore;
- attraversamento Strada Provinciale n.81 e Canale.

Comizio irriguo n.7:

- attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Nord”;
- attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Sud”;
- attraversamento Strada Comunale Capodistria n.1;
- attraversamento Strada Comunale Capodistria n.2;
- attraversamento Strada Comunale Capodistria n.3.

Comizio irriguo n.8:

- attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Nord”;
- attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Sud”;
- attraversamento Strada Comunale Istria n.1;
- attraversamento Strada Comunale Istria n.2;
- attraversamento Strada Comunale Istria n.3.

Comizio irriguo n.9:

- attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Nord”;
- attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Sud”;
- attraversamento Strada Comunale Dalmazia n.1;

- attraversamento Strada Comunale Dalmazia n.2;
- attraversamento Strada Comunale Dalmazia n.3.

Comizio irriguo n.10:

- attraversamento Strada Comunale Pola n.1;
- attraversamento Strada Comunale Pola n.2;
- attraversamento Strada Comunale Pola n.3.

2. DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA IMPIEGATA

Al fine di salvaguardare lo scorrimento dei canali consortili e della viabilità stradale, assicurando la continuità di esercizio delle infrastrutture interferite, gli attraversamenti saranno eseguiti con la tecnica dello spingitubo mediante infissione orizzontale di un tubo di protezione in acciaio all'interno del quale sarà immessa la condotta idrica di progetto in PEAD.

Il tubo di protezione, DN350, DN400 o DN450 in funzione del diametro della condotta idrica interna, avrà spessore 10 mm e sarà in acciaio tipo L235 conforme alla norma UNI EN 10224.

Verrà infisso mediante trivellazione orizzontale partendo da una camera di spinta realizzata tramite scavo blindato con infissione di palancolato metallico.

All'interno della camera sarà realizzato un getto di pulizia in cls per l'alloggiamento dei macchinari di spinta e un idoneo muro di contrasto in conglomerato cementizio armato dello spessore di 80 cm.

Eseguita l'infissione del tubo di protezione, al suo interno sarà posata la condotta premente in Polietilene ad Alta Densità PE100 RC PN16 SDR11, tra le due tubazioni verranno impiegati elementi distanziatori di materiale non deteriorabile, che saranno posti in modo da consentire il libero deflusso dell'acqua in caso di rottura della condotta premente.

A protezione dell'intercapedine tra condotta premente e tubo di protezione, a monte e a valle di ogni attraversamento, sarà posata una guaina sigillante mentre sul tubo di protezione saranno realizzati due sfiati liberi costituiti da tubazione in acciaio zincato del diametro di 2".

Per maggiori dettagli in relazione alle dimensioni, alle caratteristiche tecniche dei materiali impiegati, ed in genere alla tipologia di ogni singolo intervento si rimanda ai capitoli seguenti ed agli elaborati grafici allegati.

3. DESCRIZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI

3.1 Attraversamenti di canali adduttori e scoli consortili

Per tutti gli attraversamenti di canali adduttori e di scoli consortili il tubo di protezione in acciaio terminerà ad una distanza mai inferiore a un metro dal piede arginale o dal ciglio nel caso di canale scavato.

Inoltre la condotta sarà posata ad una profondità tale da garantire una distanza minima tra il fondo dei corsi d'acqua interferiti e la generatrice superiore del tubo di protezione non inferiore a 0,8 metri; la pendenza minima di scorrimento nel tratto di attraversamento sarà pari al 4‰.

Di seguito sono riassunti tutti gli attraversamenti di canali adduttori.

ID	Canale adduttore	Comizio irriguo	Linea irrigua	Lunghezza	Tubo di protezione	Condotta irrigua
1.1	Pega Ovest	n. 1	Ramo "Bosco"	6 m	DN400	De280
1.2			Ramo "B"	24 m	DN400	De280
1.3			Ramo "C"	27 m	DN350	De200
2.1	Pega Ovest	n. 2	Ramo "Nord"	12 m	DN400	De280
2.2			Ramo "Sud"	15 m	DN400	De280
3.1	Pega Ovest	n. 3	Ramo "Nord"	18 m	DN450	De315
3.2			Ramo "Sud"	12 m	DN400	De280
4.1	Pega Ovest	n. 4	Ramo "Nord"	18 m	DN400	De280
4.2			Ramo "Sud"	18 m	DN400	De280
6.1	Pega Est	n. 6	Ramo "Nord"	21 m	DN350	De200
6.2			Ramo "Sud"	21 m	DN350	De200
7.1	Pega Est	n. 7	Ramo "Nord"	12 m	DN400	De280
7.2			Ramo "Sud"	12 m	DN400	De280
8.1	Pega Est	n. 8	Ramo "Nord"	15 m	DN450	De315
8.2			Ramo "Sud"	12 m	DN450	De315
9.1	Pega Est	n. 9	Ramo "Nord"	15 m	DN400	De280
9.2			Ramo "Sud"	15 m	DN400	De280

Di seguito sono riassunti tutti gli attraversamenti di scoli consortili.

ID	Scolo	Comizio irriguo	Linea irrigua	Lunghezza	Tubo di protezione	Condotta irrigua
1.4	Canale Folegatti	n. 1	Ramo "F"	27 m	DN400	De280
6.4	Canale	n. 6	Ramo "Sud"	9 m	DN350	De200

3.3 Attraversamenti di strade provinciali

Per tutti gli attraversamenti di strade provinciali il tubo di protezione in acciaio sarà prolungato da ambo i lati in modo da terminare ad una distanza mai inferiore a 5 metri dal ciglio dei fossi di guardia.

Inoltre la condotta sarà posata ad una profondità tale da garantire una distanza minima tra la pavimentazione stradale e la generatrice superiore del tubo di protezione non inferiore a 1,50 metri e non inferiore a 0,80 metri rispetto al fondo dei fossi di guardia; la pendenza minima di scorrimento nel tratto di attraversamento sarà pari al 4‰.

Di seguito sono riassunti tutti gli attraversamenti di strade provinciali.

ID	Strada	Comizio irriguo	Linea irrigua	Lunghezza	Tubo di protezione	Condotta irrigua
1.2	S.P. n.73 Arsa Pega	n. 1	Ramo "B"	6 m	DN400	De280
1.3			Ramo "C"	27 m	DN350	De200
1.5			Ramo "Bosco"	30 m	DN400	De280
6.3	S.P. n.81	n. 6	Ramo "Sud"	39 m	DN350	De200

3.4 Attraversamenti di strade comunali

Per tutti gli attraversamenti di strade comunali il tubo di protezione in acciaio sarà prolungato da ambo i lati in modo da terminare ad una distanza mai inferiore a 2,5 metri dal ciglio dei fossi di guardia o dal margine della piattaforma stradale.

Inoltre la condotta sarà posata ad una profondità tale da garantire una distanza minima tra la pavimentazione stradale e la generatrice superiore del tubo di protezione non inferiore a 1,00

metri e non inferiore a 0,80 metri rispetto al fondo dei fossi di guardia; la pendenza minima di scorrimento nel tratto di attraversamento sarà pari al 4‰.

Di seguito sono riassunti tutti gli attraversamenti di strade comunali.

ID	Canale adduttore	Comizio irriguo	Lunghezza	Tubo di protezione	Condotta irrigua
2.3	Strada Trieste	n. 2	27 m	DN350	De200
2.4			18 m	DN450	De315
2.5			18 m	DN350	De200
3.3	Strada Fiume	n. 3	21 m	DN350	De200
3.4			21 m	DN450	De315
3.5			21 m	DN450	De315
3.6			24 m	DN350	De200
4.3	Strada Portorose	n. 4	27 m	DN350	De200
4.4			18 m	DN450	De315
4.5			21 m	DN350	De200
5.1	Strada Buie d'Istria	n. 5	27 m	DN350	De200
5.2			18 m	DN450	De315
5.3			21 m	DN350	De200
7.3	Strada Capodistria	n. 7	21 m	DN350	De200
7.4			18 m	DN450	De315
7.5			24 m	DN350	De200
8.3	Strada Istria	n. 8	24 m	DN350	De200
8.4			21 m	DN450	De315
8.5			21 m	DN400	De280

ID	Canale adduttore	Comizio irriguo	Lunghezza	Tubo di protezione	Condotta irrigua
9.3	Strada Dalmazia	n. 9	21 m	DN350	De200
9.4			18 m	DN450	De315
9.5			27 m	DN350	De200
10.1	Strada Pola	n. 10	21 m	DN350	De200
10.2			18 m	DN450	De315
10.3			24 m	DN350	De200

4. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE

La configurazione altimetrica delle condotte distributrici è stata individuata grazie ai rilievi topografici di dettaglio sviluppati per sezioni trasversali al tracciato individuato, cercando di assecondare per quanto possibile la morfologia dei terreni attraversati, al fine di minimizzare la profondità degli scavi e ottimizzare l'interasse dei manufatti di sfiato, di scarico e di intercettazione.

In tutti i punti alti di tracciato è prevista la posa in opera di valvole automatiche di sfiato del tipo cinetico, alloggiare all'interno di appositi pozzetti interrati, idonee sia all'espulsione delle bolle d'aria che si andranno a creare all'interno delle tubazioni in fase di esercizio, che al rientro dell'aria in occasione degli svuotamenti della condotta.

In corrispondenza dei punti più depressi del tracciato altimetrico, sarà installato uno scarico, composto da pozzetto interrato per l'alloggiamento delle apparecchiature, costituite da valvola di modulazione e valvola intercettazione a tenuta, ed inoltre da manufatto dissipatore in corrispondenza del recapito; gli scarichi sono stati calcolati in modo che i tempi di svuotamento delle singole tratte siano non superiori a due ore.

Lungo lo sviluppo delle linee oltre che a monte e a valle di ogni attraversamento stradale è inoltre prevista la realizzazione di camerette di intercettazione interrate, realizzanti il sezionamento idraulico per tratte della condotta.

Il dimensionamento idraulico della condotta è stato effettuato in regime di moto permanente, verificando le condizioni di deflusso più significative in tutti i campi di funzionamento possibili, mediante impiego del software applicativo *Epanet*, largamente diffuso per i dimensionamenti idraulici di reti magliate di condotte acquedottistiche in pressione.

Per la valutazione le perdite di carico distribuite in condotta è stata impiegata la formula di Hazen-Williams:

$$\Delta H_D = 4,727 \cdot C^{-1,852} \cdot D^{-4,871} \cdot L \cdot Q^{1,852}$$

dove:

C: coefficiente di attrito del ramo;

D: diametro della condotta;

Q: portata nel ramo.

Per il coefficiente di attrito adimensionale, C, che dipende dal materiale delle tubazioni, si è adottato il valore cautelativo di progetto C = 140 per condotte in PEAD e C = 100 per condotte in acciaio.

Sono inoltre state considerate le perdite di carico concentrate causate dai pezzi speciali di linea quali riduzioni di diametro, innesti a "T", curve e dalle valvole di intercettazione oltre che ai gruppi di consegna, come dettagliato nella *Relazione tecnica condotte interrato*, doc. 04.03.01 di progetto alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

La configurazione altimetrica delle condotte distributrici è stata individuata nel rispetto dei vincoli di seguito esposti:

- pendenza minima delle livellette 4‰;
- ricoprimento minimo dal piano campagna 1,20 metri eventualmente ridotto in corrispondenza del fondo di fossi e scoline con bauletto di protezione in misto stabilizzato cementato;
- posizionamento degli scarichi in prossimità di corpi idrici idonei, per quanto possibile, al recapito.

Le condotte prementi sono state dimensionate considerando quale scelta progettuale di massima richiesta, quella di dover fornire una portata in uscita da ciascun gruppo di consegna pari a 25 l/s, con pressione minima garantita di 7 bar.

Per ogni comizio irriguo si sono previsti N prelievi contemporanei ai punti di presa dislocati nelle posizioni che causano maggiori perdite di carico lungo la linea.

Tali prelievi si sono previsti distribuiti ad una distanza tra loro di circa 450 metri, congruentemente con le dislocazioni dei poderi in Valle Pega.

Il valore N è variabile a seconda dell'estensione del comizio irriguo considerato.

Per ogni comizio irriguo sono stati svolti diversi calcoli idraulici nelle situazioni più gravose di funzionamento alla massima portata considerando di alimentare gli N gruppi di consegna di cui sopra diversamente distribuiti al fine di indagare compiutamente la rete irrigua.

Dai calcoli idraulici riportati in *Relazione tecnica condotte interrato*, alla quale si rimanda per maggiori dettagli, risultano i seguenti casi limite per ciascun comizio irriguo.

Comizio irriguo n.1

- | | | |
|---|------|--------|
| - Numero gruppi di consegna alimentati contemporaneamente, N: | 8 | |
| - Portata massima di deflusso, Q: | 200 | l/s |
| - Numero di pompe in funzionamento contemporaneo, n: | 3 | |
| - Carico statico al sollevamento, H: | 88,2 | m c.a. |

- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De315, v_{315} :	0,96	m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De280, v_{280} :	3,03	m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De200, v_{200} :	2,38	m/s

Comizio irriguo n.2

- Numero gruppi di consegna alimentati contemporaneamente, N:	10	
- Portata massima di deflusso, Q:	250	l/s
- Numero di pompe in funzionamento contemporaneo, n:	3	
- Carico statico al sollevamento, H:	90,0	m c.a.
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De315, v_{315} :	2,36	m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De280, v_{280} :	3,04	m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De200, v_{200} :	2,54	m/s

Comizio irriguo n.3

- Numero gruppi di consegna alimentati contemporaneamente, N:	8	
- Portata massima di deflusso, Q:	200	l/s
- Numero di pompe in funzionamento contemporaneo, n:	3	
- Carico statico al sollevamento, H:	88,2	m c.a.
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De315, v_{315} :	3,48	m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De280, v_{280} :	2,15	m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De200, v_{200} :	1,83	m/s

Comizio irriguo n.4

- Numero gruppi di consegna alimentati contemporaneamente, N:	8	
- Portata massima di deflusso, Q:	200	l/s
- Numero di pompe in funzionamento contemporaneo, n:	3	
- Carico statico al sollevamento, H:	88,2	m c.a.
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De315, v_{315} :	1,88	m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De280, v_{280} :	2,45	m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De200, v_{200} :	2,43	m/s

Comizio irriguo n.5

- Numero gruppi di consegna alimentati contemporaneamente, N:	10	
- Portata massima di deflusso, Q:	250	l/s
- Numero di pompe in funzionamento contemporaneo, n:	4	
- Carico statico al sollevamento, H:	90,0	m c.a.
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De315, v_{315} :	2,80	m/s

- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De280, v_{280} : 1,83 m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De200, v_{200} : 2,41 m/s

Comizio irriguo n.6

- Numero gruppi di consegna alimentati contemporaneamente, N: 4
- Portata massima di deflusso, Q: 100 l/s
- Numero di pompe in funzionamento contemporaneo, n: 1
- Carico statico al sollevamento, H: 80,0 m c.a.
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De280, v_{280} : 1,21 m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De200, v_{200} : 1,19 m/s

Comizio irriguo n.7

- Numero gruppi di consegna alimentati contemporaneamente, N: 8
- Portata massima di deflusso, Q: 200 l/s
- Numero di pompe in funzionamento contemporaneo, n: 3
- Carico statico al sollevamento, H: 88,2 m c.a.
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De315, v_{315} : 1,90 m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De280, v_{280} : 2,46 m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De200, v_{200} : 2,44 m/s

Comizio irriguo n.8

- Numero gruppi di consegna alimentati contemporaneamente, N: 8
- Portata massima di deflusso, Q: 200 l/s
- Numero di pompe in funzionamento contemporaneo, n: 3
- Carico statico al sollevamento, H: 88,2 m c.a.
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De315, v_{315} : 2,13 m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De280, v_{280} : 2,16 m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De200, v_{200} : 1,30 m/s

Comizio irriguo n.9

- Numero gruppi di consegna alimentati contemporaneamente, N: 8
- Portata massima di deflusso, Q: 200 l/s
- Numero di pompe in funzionamento contemporaneo, n: 3
- Carico statico al sollevamento, H: 88,2 m c.a.
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De315, v_{315} : 1,89 m/s

- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De280, v_{280} : 2,45 m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De200, v_{200} : 2,44 m/s

Comizio irriguo n.10

- Numero gruppi di consegna alimentati contemporaneamente, N: 10
- Portata massima di deflusso, Q: 250 l/s
- Numero di pompe in funzionamento contemporaneo, n: 4
- Carico statico al sollevamento, H: 90,0 m c.a.
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De315, v_{315} : 3,61 m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De280, v_{280} : 1,88 m/s
- Velocità di calcolo massima condotte PEAD De200, v_{200} : 2,38 m/s

5. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Sulla base delle considerazioni riportate nella Relazione Geologica redatta dal Dott. Antonio Mucchi, le stratigrafie dedotte dalla campagna di indagini rappresentata nella seguente immagine, sono riportate nelle tabelle delle pagine seguenti per ciascuno dei 10 sondaggi eseguiti nell'area oggetto di intervento.



Sond.	Camp.	Prof. [m]	Litologia	W [%]	Y [kN/m3]	L.L. [%]	L.P. [%]	IC	S [%]	L [%]	A [%]	K [cm/sec]	φ	CU [kPa]	IA	Pot. liq
S1	C1	1.3	Sabbia	26	16.53	*	*	*	96	4	*	4.11*E-06	30	*	*	SI
	C2	2.5	Sabbia	22.5	17.82	*	*	*	94	6	*	5.62*E-06	32	*	*	SI
	C3	3.5	Sabbia	24.4	19.7	*	*	*	88	12	*	*	*	*	*	SI
	C4	4.3	Sabbia	23.6	18.54	*	*	*	90	10	*	*	*	*	*	SI
	C5	4.8	Sabbia	27.1	18.15	*	*	*	90	10	*	*	*	*	*	SI
S2	C1	1.3	Limo argilloso	22.2	18.48	53	24	1.06	6	74	20	3.75*E-08	21	60.68	1.45	NO
	C2	2.3	Alternanza di argille e limi argillosi	26.8	18.29	52	22	0.85	6	77	17	2.91*E-08	23	42.29	1.76	NO
	C3	3.5	Alternanza di argille e limi argillosi	37.1	18.25	*	*	*	4	72	24	*	*	*	*	NO
	C4	4.5	Sabbia	24.3	18.77	*	*	*	87	13	*	*	*	*	*	SI
S3	C1	0.8- 1.0	Sabbia	4.8	12.65	*	*	*	96	4	*	*	*	*	*	SI
	C2	1.5-1.8	Sabbia	15.8	14.58	*	*	*	96	4	*	3.66*E-06	30	*	*	SI
	C3	3.5- 3.8	Sabbia fine	20.8	17.70	*	*	*	84	16	*	4.03*E-06	31	*	*	SI
	C4	4.5	Sabbia fine	21.8	18.15	*	*	*	85	15	*	*	*	*	*	SI

S4	C1	1.50-2.00	Argilla organica	29.8	18.62	54	23	0.78	8	60	32	4.73*E-08	22	72.05	0.97	NO
	C2	2.30-2.80	Argilla limosa	31	18.83	52	23	0.72	8	57	35	3.90*E-08	23	43.43	0.83	NO
	C3	3.00-3.30	Sabbia	17.4	17.70	*	*	*	85	15	*	*	*	*	*	SI
	C4	4.50-4.80	Sabbia	17.3	16.78	*	*	*	92	8	*	*	*	*	*	SI
S5	C1	1.00-1.50	Sabbia	19.4	19.87	*	*	*	88	12	*	4.30*E-06	32	*	*	SI
	C2	2.50-3.00	Sabbia	16.3	19.85	*	*	*	98	2	*	4.39*E-06	32	*	*	SI
	C3	4.30-4.70	Sabbia	19.6	19.75	*	*	*	84	16	*	5.91*E-06	36	*	*	SI
S6	C1	0.70-1.00	Argilla limosa	26.9	19.31	46	21	0.77	8	57	35	*	*	*	0.71	NO
	C2	1.50-1.80	Argilla	71.5	19.24	51	25	0	8	56	36	3.90*E-08	26	45.77	0.72	NO
	C3	2.20-2.40	Argilla	17.1	19.29	53	23	1.21	4	48	48	2.52*E-08	*	52.67	0.63	NO
	C4	3.50-.7	Sabbia	11.4	19.92	*	*	*	91	9	*	*	*	*	*	SI
S7	C1	1.20-1.60	Argilla	14.3	19.73	52	22	1.25	4	65	31	8.33*E-08	26	56	0.97	NO
	C2	2.60-3.00	Sabbia	24.4	19.13	*	*	*	93	7	*	4.54*E-06	30	*	*	SI
	C3	3.50	Sabbia	11.6	19.13	*	*	*	93	7	*	*	*	*	*	SI
S8	C1	1.10-1.40	Sabbia	18.6	18.87	*	*	*	92	8	*	7.12*E-06	31	*	*	SI
	C2	2.50-3.00	Sabbia	28.8	19.10	*	*	*	90	10	*	4.38*E-06	33	*	*	SI
	C3	3.50-4.00	Sabbia	11.7	19.01	*	*	*	93	7	*	*	*	*	*	SI

S9	C1	1.60-2.00	Argilla debolmente limosa	17.1	19.44	52	23	1.2	8	52	40	*	*	53.68	0.72	NO
	C2	2.70-3.00	Argilla limosa	17.5	18.76	47	25	1.32	8	58	34	*	*	47.92	0.65	NO
	C3	3.30-3.40	Argilla limosa	4.4	19.83	51	23	1.67	10	62	28	*	*	*	1	NO
S10	C1	1.20-1.40	Argilla	21.6	17.71	51	22	1.03	6	52	42	*	*	57.94	0.69	NO
	C2	2.50-3.00	Sabbia	8	18.11	*	*	*	90	10	*	3.64*E-06	32	*	*	SI
	C3	3.50-3.80	Sabbia	18.4	18.24	*	*	*	90	10	*	*	*	*	*	SI

Sulla base delle interpretazioni dedotte dalle prove in sito riportate nella *Relazione geotecnica e sismica*, doc. 04.01.01 del presente progetto, per ogni attraversamento sono stati assunti i parametri geotecnici indicati nei profili longitudinali delle linee, trascurando a favore di sicurezza l'effetto della coesione.

6. DIMENSIONAMENTO STATICO DELLE TUBAZIONI DI PROTEZIONE

Le tubazioni in acciaio DN450, DN400 e DN350, tutte spessore 10 mm adottate per gli attraversamenti saranno del tipo L235 conformi alla norma UNI EN 10224 e dimensionati per resistere alla spinta assiale prodotta dalla stazione di spinta durante la messa in opera, ed ai carichi superiori gravanti in fase di esercizio.

La determinazione delle sollecitazioni trasversali sulla tubazione viene eseguita con il procedimento di calcolo previsto dal D.M. 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”.

6.1 Normativa di riferimento

Tutte le calcolazioni di seguito riportate fanno riferimento alle seguenti Norme nazionali ed internazionali:

- D.M. 04.04.2014 - “Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”;
- D.M. 11.03.88 - “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”;
- D.M. 17.01.2018 - “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- UNI EN 10224:2007 - “Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi – Condizioni tecniche di fornitura”;
- D.M. 12.12.85 - “Norme tecniche relative alle tubazioni”;
- Circ. n. 27291 del Min. LL.PP. relativa al D.M. di cui sopra;
- UNI Prassi di Riferimento 26.2:2017 - “Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale – Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali”.

6.2 Caratteristiche dei materiali e criteri di dimensionamento

Lamiere di acciaio

La tubazione di protezione sarà in acciaio tipo L235, conforme alla norma UNI EN 10224, avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione di rottura minima $f_{tk} \geq 360 \text{ N/mm}^2$

- tensione di snervamento fino a 16 mm di spessore	f_{yk}	$\geq$	235 N/mm ²
- allungamento % minimo longitudinale a rottura	A	$\geq$	25 %
- allungamento % minimo longitudinale a rottura	A	$\geq$	23 %
- tensione ammissibile a trazione o compressione metà snervamento minimo (p.to 4.4.2 DM 4.4.2014)	$\sigma_{s,amm}$	=	117,5 N/mm ²

Terreno

Per quanto riguarda il terreno nel quale si procederà all'infissione delle tubazioni, per ogni attraversamento sono stati assunti i valori più cautelativi dei parametri geotecnici riportati nel precedente capitolo quinto e, a favore di sicurezza, nei calcoli statici è stato sempre trascurato l'effetto della coesione.

Con riferimento alle dimensioni geometriche, quali il diametro della tubazione e la profondità di interrimento, e sulla base dei parametri geotecnici sopra riportati, vengono calcolate le sollecitazioni totali agenti sulla tubazione.

Il calcolo dei momenti flettenti e degli sforzi normali viene condotto nelle tre sezioni significative della tubazione: chiave, spalle e base; la verifica di resistenza è condotta con il metodo delle tensioni ammissibili.

6.3 Calcolo delle azioni ovalizzanti

Per i calcoli di dimensionamento dello spessore delle tubazioni e delle armature di acciaio adottate, si è fatto riferimento al punto 4.4.2 del D.M. 4 aprile 2014 nel quale sono descritte le azioni esterne di calcolo a cui è sottoposta la tubazione:

A. Peso proprio della tubazione

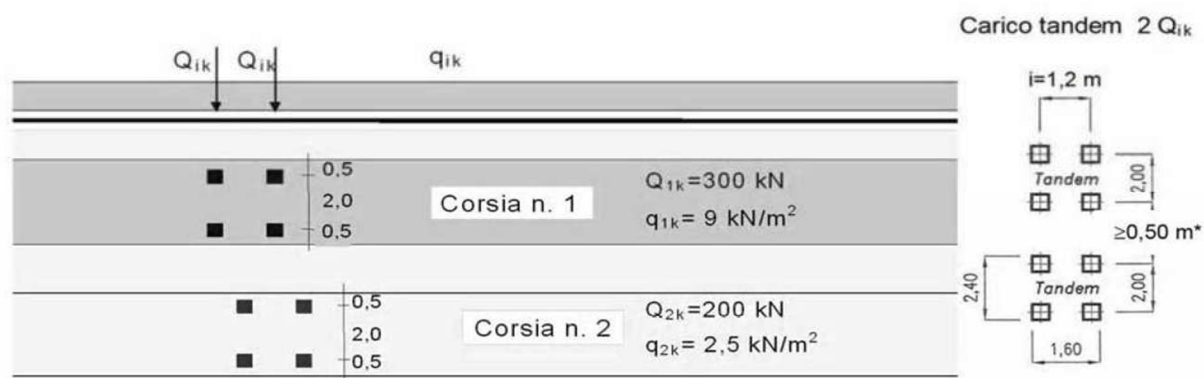
Il peso proprio della tubazione è calcolato assumendo il peso specifico dell'acciaio, γ_{tubo} , pari a 78,50 kN/m³.

B. Carico ripartito superiore

Corrispondente al peso del terreno sovrastante la tubazione e al carico mobile transigente sul binario o sulla carreggiata in caso di attraversamento stradale.

Quale carico verticale dovuto al peso proprio del terreno si assume il prodotto del peso specifico del terreno per la distanza tra la generatrice superiore del tubo ed il piano delle traverse o della pavimentazione stradale, $p_{terr} = \gamma_t \cdot H$.

Il carico verticale dovuto al carico mobile transigente sulla sede stradale è stato valutato in conformità al punto 5.1.3.3.5 del D.M. 17.1.2018 "Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni", secondo il seguente schema di carico (fig. 5.1.2):



Lo spessore della sovrastruttura stradale viene considerato pari a 0,30 m e il numero delle corsie 2, mentre la copertura massima, H, variabile da caso a caso, è riportata in allegato.

Quale carico verticale dovuto ai carichi mobili transitanti sulla strada, a doppia carreggiata, mettendo in conto due stese di carico Q1 (come indicato al par.5.1.3.3.5 delle NTC 08, fig.5.1.2), considerando una diffusione del carico a 45° nella sovrastruttura stradale (s=30cm) ed a 30° nella rimanente parte di rilevato, le dimensioni delle aree interessate dalla diffusione dei carichi risultano, alla quota di estradosso tubo, pari a:

$$a' = 2,4 + (2 \times 0,3 \times \tan 45^\circ + 2 \times H \times \tan 30^\circ)$$

$$b' = 1,6 + (2 \times 0,3 \times \tan 45^\circ + 2 \times H \times \tan 30^\circ) \text{ per i gruppi di carichi concentrati}$$

$$b^* = 3,0 + (2 \times 0,3 \times \tan 45^\circ + 2 \times H \times \tan 30^\circ) \text{ per carichi nastriformi}$$

C. Carico ripartito laterale

Corrisponde alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terra + sovraccarico valutato come sopra):

- la pressione laterale uniformemente distribuita vale, $q = (p_{ter} + p_{mob}) \cdot K$;
- il coefficiente di spinta attiva vale, $K = 1 / (\tan^2(45 - \phi/2))$.

D. Carico triangolare laterale

Corrisponde alla parte triangolare del diagramma di spinta causato dal peso proprio del terreno lungo tutta l'altezza esterna della tubazione, $z = \gamma t \cdot D_e \cdot K$.

E. Reazione radiale

Costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali; a reazione radiale considera l'effetto dell'appoggio

della tubazione sul terreno, il carico Q è pari alla somma del peso proprio, del terrapieno, dei carichi mobili e dell'acqua contenuta nella condotta in caso di rottura della tubazione interna.

I calcoli di dettaglio delle azioni ovalizzanti sono riportati in allegato alla presente relazione.

6.4 Calcolo delle sollecitazioni indotte dai carichi trasversali

Il calcolo delle sollecitazioni viene effettuato adottando i valori dei momenti flettenti e degli sforzi assiali generati nelle sezioni radiali della tubazione dalle diverse sollecitazioni esterne, riportati nella tabella allegata al D.M. del 23 Febbraio 1971.

Le sollecitazioni indotte dai carichi trasversali sono state calcolate nelle tre seguenti sezioni della sezione della tubazione:

- sezione verticale superiore;
- sezione orizzontale mediana;
- sezione verticale inferiore.

Le sollecitazioni di momento flettente, espresso in kN·m, e di sforzo normale, espresso in kN, sono riportate nell'allegato tabulato di calcolo, per ogni concio elementare di calcolo della lunghezza pari ad un metro.

Il momento flettente è considerato positivo se tende la fibra interna; lo sforzo normale è considerato positivo se di compressione; tutti i valori delle sollecitazioni sono riportati negli allegati, suddivisi per azione esterna e per sezione di calcolo.

6.5 Verifica della sezione del tubo di protezione sottoposta ai carichi trasversali in fase di esercizio

La verifica della sezione in acciaio, per ognuna delle tre sezioni considerate, viene condotta con le note formule della pressoflessione:

$$\sigma_s = \frac{N_i}{A} \pm \frac{M_i}{w} \quad [\text{N/mm}^2]$$

dove i termini hanno il seguente significato:

- N_i : sforzo normale agente nella sezione di calcolo in kN/m;
 M_i : momento flettente agente nella sezione di calcolo in kN·m/m;
 A : area della sezione per lunghezza unitaria, in m/m;
 w : modulo di resistenza in m³;

Di seguito si riportano i risultati dei calcoli esposti negli allegati tabulati di calcolo.

ID	Descrizione dell'attraversamento	Tensione massima σ_s [N/mm ²]
1.1	Adduttore Pega Ovest Ramo "Bosco";	23,77
1.2	Adduttore Pega Ovest e S. P. 73 Arsa Pega Ramo "B"	50,43
1.3	Adduttore Pega Ovest e S. P. 73 Arsa Pega Ramo "C"	36,05
1.4	Canale Folegatti Ramo "F"	30,73
1.5	Strada Provinciale n.73 Arsa Pega Ramo "Bosco"	53,11
2.1	Adduttore Pega Ovest Ramo "Nord"	29,52
2.2	Adduttore Pega Ovest Ramo "Sud"	29,17
2.3	Strada Comunale Trieste n.1	32,31
2.4	Strada Comunale Trieste n.2	66,08
2.5	Strada Comunale Trieste n.3	37,97
3.1	Adduttore Pega Ovest Ramo "Nord"	36,92
3.2	Adduttore Pega Ovest Ramo "Sud"	22,47
3.3	Strada Comunale Fiume n.1	39,16
3.4	Strada Comunale Fiume n.2	69,67
3.5	Strada Comunale Fiume n.3	71,79
3.6	Strada Comunale Fiume n.4	38,77
4.1	Adduttore Pega Ovest Ramo "Nord"	27,17
4.2	Adduttore Pega Ovest Ramo "Sud"	26,79
4.3	Strada Comunale Portorose n.1	35,86
4.4	Strada Comunale Portorose n.2	64,81
4.5	Strada Comunale Portorose n.3	37,47
5.1	Strada Comunale Buie d'Istria n.1	33,73
5.2	Strada Comunale Buie d'Istria n.2	65,33
5.3	Strada Comunale Buie d'Istria n.3	38,89
6.1	Adduttore Pega Est Ramo "Nord"	20,24
6.2	Adduttore Pega Est Ramo "Sud"	20,24
6.3	Strada Provinciale n.81 e Canale	38,11
6.4	Canale Adduttore	17,16
7.1	Adduttore Pega Est Ramo "Nord"	25,13
7.2	Adduttore Pega Est Ramo "Sud"	26,40
7.3	Strada Comunale Capodistria n.1	36,05
7.4	Strada Comunale Capodistria n.2	64,81
7.5	Strada Comunale Capodistria n.3	37,47

ID	Descrizione dell'attraversamento	Tensione massima σ_s [N/mm ²]
8.1	Adduttore Pega Est Ramo "Nord	36,90
8.2	Adduttore Pega Est Ramo "Sud"	34,03
8.3	Strada Comunale Istria n.1	36,05
8.4	Strada Comunale Istria n.2	63,90
8.5	Strada Comunale Istria n.3	48,94
9.1	Adduttore Pega Est Ramo "Nord	27,21
9.2	Adduttore Pega Est Ramo "Sud"	25,92
9.3	Strada Comunale Dalmazia n.1	35,72
9.4	Strada Comunale Dalmazia n.2	65,88
9.5	Strada Comunale Dalmazia n.3	34,56
10.1	Strada Comunale Pola n.1	36,15
10.2	Strada Comunale Pola n.2	67,37
10.3	Strada Comunale Pola n.3	33,84

Dai risultati del calcolo come sopra esposti si evince che le verifiche di resistenza relative alle tubazioni di protezione risultano sempre soddisfatte in quanto la tensione massima a cui è sottoposto l'acciaio è sempre inferiore alla metà del carico di snervamento, pari a $235/2 = 117,5 \text{ N/mm}^2$.

ALLEGATI

Dimensionamento attraversamenti da realizzarsi con la tecnica dello spingitubo

Comizio irriguo n.1:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo “Bosco”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO**CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Bosco - Attr. Adduttore Pega Ovest - DN400**

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,500 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	33,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,455
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6433
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 32,167 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 32,167 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 14,647 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,701 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 13,072 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 14,002 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Bosco - Attr. Adduttore Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,379	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,144	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,015	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,020	0,214	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,677	$N = q \cdot r$	2,907	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,230	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,207	2,592	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,389	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,144	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,018	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,021	-0,222	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	6,383	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	6,616	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,744	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,144	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,021	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,310	0,312	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,677	$N = q \cdot r$	2,907	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,505	$N = 0,11916 \cdot Q$	1,669	5,832	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

32,167

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

14,647

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,701

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

14,002

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Bosco - Attr. Adduttore Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,214	-0,222	0,312
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	2,592	6,616	5,832

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	16,16	17,18	23,77
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

23,77

Comizio irriguo n.1:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Ovest e Strada Provinciale 73 Arsa Pega Ramo “B”;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,3 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,46 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,66 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	27,3 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,06 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,9 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	32,2 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO**CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Ramo B - Add. Pega Ovest e SP73 Arsa - DN400**

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,300 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	32,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,470
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5677
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,465 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>32,20 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 69,662 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 32,747 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,821 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 28,311 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 29,240 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Ramo B - Add. Pega Ovest e SP73 Arsa - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,821	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,322	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,042	0,456	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,467	$N = q \cdot r$	6,499	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,237	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,433	5,628	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,841	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,322	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,019	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,044	-0,473	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	13,824	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	14,057	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,611	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,322	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,022	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,648	0,663	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,467	$N = q \cdot r$	6,499	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,521	$N = 0,11916 \cdot Q$	3,484	12,045	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

69,662

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

32,747

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,821

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

29,240

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Ramo B - Add. Pega Ovest e SP73 Arsa - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,456	-0,473	0,663
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	5,628	14,057	12,045

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	34,38	36,62	50,43
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

50,43

Comizio irriguo n.1:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Ovest e Strada Provinciale 73 Arsa Pega Ramo “C”;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,3 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,46 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,66 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	27,3 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,06 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,9 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	32,2 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO**CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Ramo C - Add. Pega Ovest e SP73 Arsa - DN350**

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,300 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5308
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 35,033 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>32,20 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 67,229 \text{ kN/m}^2$
Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 33,615 \text{ kN/m}^2$
Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,556 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 23,907 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 24,718 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Ramo C - Add. Pega Ovest e SP73 Arsa - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,603	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,252	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,011	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,031	0,320	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,234	$N = q \cdot r$	5,817	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,192	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,366	5,077	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,617	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,252	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,032	-0,333	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	11,634	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	11,837	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,182	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,252	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,478	0,471	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,234	$N = q \cdot r$	5,817	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,423	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,945	10,484	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

67,229

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

33,615

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,556

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

24,718

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Ramo C - Add. Pega Ovest e SP73 Arsa - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,320	-0,333	0,471
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	5,077	11,837	10,484

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	24,27	25,99	36,05
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

36,05

Comizio irriguo n.1:

- Dimensionamento attraversamento Canale Folegatti Ramo “F”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Ramo F - Canale Folegatti - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	4,700 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,4655
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 43,760 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 43,760 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 21,880 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,064 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 17,784 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 18,714 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Ramo F - Canale Folegatti - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,516	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,215	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,017	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,027	0,271	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,921	$N = q \cdot r$	4,342	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,252	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,277	3,876	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,529	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,215	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,020	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,028	-0,282	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	8,684	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	8,917	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,012	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,215	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,023	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,415	0,403	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,921	$N = q \cdot r$	4,342	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,554	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,230	8,122	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

43,760

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

21,880

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,064

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

18,714

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Ramo F - Canale Folegatti - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,271	-0,282	0,403
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	3,876	8,917	8,122

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	20,54	21,88	30,73
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

30,73

Comizio irriguo n.1:

- Dimensionamento attraversamento Strada Provinciale n.73 Arsa Pega Ramo “Bosco”.

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	2,9 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,00 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,20 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	32,0 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,60 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,2 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	37,3 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO**CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Bosco - Attraversamento SP73 Arsa - DN400**

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,900 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	33,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,455
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6037
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 35,012 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>37,25 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 72,263 \text{ kN/m}^2$
Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 32,906 \text{ kN/m}^2$
Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,701 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 29,368 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 30,298 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Bosco - Attraversamento SP73 Arsa - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,852	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,324	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,015	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,044	0,484	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,522	$N = q \cdot r$	6,530	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,230	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,449	5,613	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,873	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,324	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,018	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,045	-0,502	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	14,341	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	14,573	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,671	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,324	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,021	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,671	0,699	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,522	$N = q \cdot r$	6,530	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,505	$N = 0,11916 \cdot Q$	3,610	12,241	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

72,263

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

32,906

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,701

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

30,298

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Bosco - Attraversamento SP73 Arsa - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,484	-0,502	0,699
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	5,613	14,573	12,241

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	36,45	38,82	53,11
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

53,11

Comizio irriguo n.2:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo “Nord”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 Ramo Nord - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,800 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	33,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi =$	0,455
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5266
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 40,022 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 40,022 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 18,224 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,701 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 16,265 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 17,195 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 Ramo Nord - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,472	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,179	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,015	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,025	0,267	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,843	$N = q \cdot r$	3,617	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,230	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,255	3,184	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,483	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,179	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,018	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,026	-0,277	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	7,942	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	8,175	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,926	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,179	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,021	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,381	0,388	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,843	$N = q \cdot r$	3,617	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,505	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,049	7,087	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

40,022

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

18,224

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,701

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

17,195

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 Ramo Nord - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,267	-0,277	0,388
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	3,184	8,175	7,087

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	20,14	21,42	29,52
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

29,52

Comizio irriguo n.2:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo “Sud”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 Ramo Sud - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,700 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	33,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,455
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5344
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 39,547 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 39,547 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 18,008 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,701 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 16,072 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 17,002 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 Ramo Sud - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,466	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,177	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,015	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,025	0,264	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,833	$N = q \cdot r$	3,574	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,230	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,252	3,148	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,478	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,177	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,018	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,025	-0,274	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	7,848	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	8,081	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,915	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,177	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,021	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,377	0,383	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,833	$N = q \cdot r$	3,574	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,505	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,026	7,011	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

39,547

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

18,008

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,701

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

17,002

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 Ramo Sud - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,264	-0,274	0,383
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	3,148	8,081	7,011

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	19,90	21,16	29,17
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

29,17

Comizio irriguo n.2:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Trieste n.1;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,4 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,58 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,78 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	26,3 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,18 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,8 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	31,1 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 - Strada Trieste n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,400 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	23,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,609
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5448
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,043 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>31,10 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 68,146 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 41,519 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,333 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 24,233 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 25,043 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 - Strada Trieste n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,611	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,311	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,014	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,032	0,266	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,251	$N = q \cdot r$	7,185	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,234	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,371	6,475	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,626	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,311	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,016	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,033	-0,279	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	11,793	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	11,995	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,198	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,311	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,019	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,484	0,418	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,251	$N = q \cdot r$	7,185	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,516	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,984	12,000	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

68,146

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

41,519

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,333

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

25,043

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 - Strada Trieste n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,266	-0,279	0,418
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	6,475	11,995	12,000

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	20,44	22,00	32,31
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

32,31

Comizio irriguo n.2:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Trieste n.2;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,5 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,70 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,90 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	25,3 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,30 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,7 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	30,1 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 - Strada Trieste n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,500 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	33,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,455
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5841
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 40,890 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>30,07 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 70,956 \text{ kN/m}^2$
Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 32,311 \text{ kN/m}^2$
Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,164 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 32,441 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 33,490 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 - Strada Trieste n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,065	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,405	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,022	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,055	0,602	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,685	$N = q \cdot r$	7,233	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,291	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,496	6,251	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-1,090	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,405	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,026	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,056	-0,625	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	15,884	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	16,146	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	2,088	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,405	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,030	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,837	0,872	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,685	$N = q \cdot r$	7,233	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,641	$N = 0,11916 \cdot Q$	3,991	13,633	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

70,956

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

32,311

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,164

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

33,490

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 - Strada Trieste n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,602	-0,625	0,872
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	6,251	16,146	13,633

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	45,29	48,06	66,08
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

66,08

Comizio irriguo n.2:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Trieste n.3.

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	2,5 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	5,54 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	4,74 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	38,1 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,14 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,6 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	43,7 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 - Strada Trieste n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,500 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	27,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,546
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6155
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 30,775 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>43,69 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 74,470 \text{ kN/m}^2$
Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 40,661 \text{ kN/m}^2$
Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,883 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 26,481 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 27,292 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 - Strada Trieste n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,668	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,304	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,012	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,034	0,328	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,367	$N = q \cdot r$	7,036	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,210	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,404	6,219	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,684	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,304	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,015	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,035	-0,342	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	12,887	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	13,090	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,310	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,304	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,017	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,527	0,494	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,367	$N = q \cdot r$	7,036	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,462	$N = 0,11916 \cdot Q$	3,252	12,182	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

74,470

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

40,661

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,883

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

27,292

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 2 - Strada Trieste n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,328	-0,342	0,494
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	6,219	13,090	12,182

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	24,98	26,81	37,97
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

37,97

Comizio irriguo n.3:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo “Nord”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 Ramo Nord - Add. Pega Ovest - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,500 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	31,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi =$	0,485
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5850
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 40,947 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 40,947 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 19,858 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,434 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 18,721 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 19,770 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 Ramo Nord - Add. Pega Ovest - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,614	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,249	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,023	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,032	0,329	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,973	$N = q \cdot r$	4,445	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,310	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,293	3,992	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,629	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,249	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,028	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,033	-0,341	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	9,166	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	9,428	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,205	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,249	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,032	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,494	0,486	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,973	$N = q \cdot r$	4,445	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,682	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,356	8,539	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

40,947

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

19,858

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,434

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

19,770

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 Ramo Nord - Add. Pega Ovest - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,329	-0,341	0,486
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	3,992	9,428	8,539

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	24,80	26,29	36,92
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

36,92

Comizio irriguo n.3:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo “Sud”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 Ramo Sud - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,400 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	31,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,485
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6546
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 31,420 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 31,420 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 15,238 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,942 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 12,769 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 13,699 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 Ramo Sud - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,370	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,150	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,020	0,199	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,662	$N = q \cdot r$	3,024	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,244	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,203	2,736	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,379	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,150	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,019	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,020	-0,206	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	6,235	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	6,468	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,727	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,150	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,023	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,304	0,294	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,662	$N = q \cdot r$	3,024	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,538	$N = 0,11916 \cdot Q$	1,632	5,930	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

31,420

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

15,238

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,942

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

13,699

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 Ramo Sud - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,199	-0,206	0,294
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	2,736	6,468	5,930

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	15,05	16,01	22,47
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

22,47

Comizio irriguo n.3:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Fiume n.1;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	2,6 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	5,66 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	4,86 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	36,4 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,26 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,5 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	41,9 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,600 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5988
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 31,138 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>41,93 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 73,065 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 36,533 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,556 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 25,982 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 26,793 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,655	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,274	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,011	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,034	0,348	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,342	$N = q \cdot r$	6,322	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,192	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,397	5,505	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,671	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,274	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,035	-0,362	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	12,644	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	12,847	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,285	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,274	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,518	0,512	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,342	$N = q \cdot r$	6,322	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,423	$N = 0,11916 \cdot Q$	3,193	11,344	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

73,065

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

36,533

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,556

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

26,793

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,348	-0,362	0,512
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	5,505	12,847	11,344

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	26,38	28,25	39,16
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

39,16

Comizio irriguo n.3:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Fiume n.2;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	2,8 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	5,89 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,09 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	33,4 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,49 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,3 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	38,7 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,800 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	33,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,455
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6445
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 36,091 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>38,71 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 74,805 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 34,063 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,164 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 34,201 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 35,250 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,122	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,427	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,022	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,058	0,635	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,777	$N = q \cdot r$	7,625	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,291	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,522	6,578	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-1,150	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,427	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,026	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,059	-0,659	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	16,745	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	17,007	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	2,201	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,427	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,030	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,881	0,919	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,777	$N = q \cdot r$	7,625	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,641	$N = 0,11916 \cdot Q$	4,200	14,326	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

74,805

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

34,063

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,164

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

35,250

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,635	-0,659	0,919
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	6,578	17,007	14,326

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	47,76	50,69	69,67
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

69,67

Comizio irriguo n.3:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Fiume n.3;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	2,3 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	5,31 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	4,51 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	41,8 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	5,91 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,8 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	47,6 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.3 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,300 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	31,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,485
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6940
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 31,923 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>47,61 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 79,528 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 38,568 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,434 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 36,360 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 37,409 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.3 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,193	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,483	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,023	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,061	0,644	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,889	$N = q \cdot r$	8,633	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,310	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,554	7,526	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-1,222	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,483	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,028	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,063	-0,670	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	17,802	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	18,065	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	2,340	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,483	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,032	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,935	0,946	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,889	$N = q \cdot r$	8,633	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,682	$N = 0,11916 \cdot Q$	4,458	15,746	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

79,528

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

38,568

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,434

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

37,409

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.3 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,644	-0,670	0,946
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	7,526	18,065	15,746

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	48,57	51,61	71,79
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

71,79

Comizio irriguo n.3:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Fiume n.4.

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	2,9 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,00 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,20 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	32,0 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,60 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,2 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	37,3 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.4 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,900 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	32,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,470
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5664
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 32,853 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>37,25 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 70,104 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 32,954 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,343 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 24,929 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 25,740 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.4 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,629	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,247	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,010	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,033	0,350	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,287	$N = q \cdot r$	5,703	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,181	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,381	4,913	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,644	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,247	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,033	-0,364	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	12,131	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	12,334	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,233	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,247	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,015	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,497	0,508	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,287	$N = q \cdot r$	5,703	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,398	$N = 0,11916 \cdot Q$	3,067	10,519	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

70,104

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

32,954

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,343

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

25,740

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 3 - Strada Fiume n.4 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,350	-0,364	0,508
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	4,913	12,334	10,519

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	26,48	28,33	38,77
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

38,77

Comizio irriguo n.4:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo “Nord”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 Ramo Nord - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,500 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5525
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 38,677 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 38,677 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 19,338 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,064 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 15,718 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 16,648 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 Ramo Nord - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,456	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,190	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,017	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,024	0,240	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,814	$N = q \cdot r$	3,838	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,252	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,247	3,448	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,467	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,190	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,020	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,025	-0,249	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	7,675	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	7,908	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,894	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,190	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,023	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,369	0,356	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,814	$N = q \cdot r$	3,838	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,554	$N = 0,11916 \cdot Q$	1,984	7,264	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

38,677

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

19,338

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,064

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

16,648

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 Ramo Nord - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,240	-0,249	0,356
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	3,448	7,908	7,264

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	18,13	19,30	27,17
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

27,17

Comizio irriguo n.4:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Ovest Ramo “Sud”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 Ramo Sud - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,400 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5609
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 38,139 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 38,139 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 19,069 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,064 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 15,500 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 16,429 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 Ramo Sud - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,450	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,188	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,017	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,024	0,236	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,803	$N = q \cdot r$	3,784	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,252	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,243	3,403	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,461	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,188	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,020	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,024	-0,245	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	7,569	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	7,801	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,882	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,188	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,023	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,364	0,351	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,803	$N = q \cdot r$	3,784	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,554	$N = 0,11916 \cdot Q$	1,958	7,174	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

38,139

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

19,069

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,064

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

16,429

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 Ramo Sud - Add. Pega Ovest - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,236	-0,245	0,351
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	3,403	7,801	7,174

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	17,87	19,03	26,79
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

26,79

Comizio irriguo n.4:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Portorose n.1;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,9 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,16 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	6,36 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	22,0 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,76 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,4 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	26,4 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 - Strada Portorose n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,900 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	33,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,455
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,4793
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,389 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>26,43 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 63,816 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 29,060 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,239 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 22,693 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 23,504 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 - Strada Portorose n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,572	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,218	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,010	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,030	0,326	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,172	$N = q \cdot r$	5,029	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,175	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,348	4,316	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,586	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,218	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,012	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,031	-0,339	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	11,043	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	11,246	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,122	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,218	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,014	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,454	0,470	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,172	$N = q \cdot r$	5,029	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,385	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,801	9,451	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

63,816

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

29,060

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,239

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

23,504

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 - Strada Portorose n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,326	-0,339	0,470
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	4,316	11,246	9,451

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	24,63	26,33	35,86
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

35,86

Comizio irriguo n.4:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Portorose n.2;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,1 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,23 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,43 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	29,5 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,83 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,0 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	34,6 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 - Strada Portorose n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,100 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6194
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 38,402 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u><u>34,58 kN/m²</u></u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 72,979 \text{ kN/m}^2$
Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 36,489 \text{ kN/m}^2$
Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,572 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 33,366 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 34,415 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 - Strada Portorose n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,095	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,457	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,024	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,056	0,576	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,733	$N = q \cdot r$	8,168	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,320	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,510	7,181	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-1,122	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,457	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,029	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,058	-0,599	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	16,336	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	16,599	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	2,147	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,457	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,033	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,860	0,853	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,733	$N = q \cdot r$	8,168	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,704	$N = 0,11916 \cdot Q$	4,101	14,789	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

72,979

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

36,489

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,572

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

34,415

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 - Strada Portorose n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,576	-0,599	0,853
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	7,181	16,599	14,789

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	43,49	46,23	64,81
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

64,81

Comizio irriguo n.4:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Portorose n.3.

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	2,7 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	5,77 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	4,97 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	34,9 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,37 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,4 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	40,3 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 - Strada Portorose n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,700 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	28,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,531
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5919
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 31,962 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>40,27 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 72,232 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 38,321 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,773 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 25,686 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 26,496 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 - Strada Portorose n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,648	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,287	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,012	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,033	0,327	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,326	$N = q \cdot r$	6,631	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,204	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,393	5,837	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,663	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,287	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,014	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,034	-0,341	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	12,500	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	12,702	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,270	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,287	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,512	0,488	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,326	$N = q \cdot r$	6,631	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,449	$N = 0,11916 \cdot Q$	3,157	11,628	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

72,232

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

38,321

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,773

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

26,496

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 4 - Strada Portorose n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,327	-0,341	0,488
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	5,837	12,702	11,628

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	24,85	26,65	37,47
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

37,47

Comizio irriguo n.5:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Buie d'Istria n.1;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	4,4 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,73 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	6,93 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	18,6 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	8,33 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,1 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	22,8 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 5 - Strada Buie d'Istria n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	4,400 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	31,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_o = 1 - \tan \varphi =$	0,485
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,4442
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 39,092 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>22,79 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 61,878 \text{ kN/m}^2$
Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 30,008 \text{ kN/m}^2$
Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,449 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 22,004 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 22,815 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 5 - Strada Buie d'Istria n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,555	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,225	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,011	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,029	0,302	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,136	$N = q \cdot r$	5,193	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,187	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,338	4,517	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,568	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,225	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,030	-0,314	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	10,708	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	10,911	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,088	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,225	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,015	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,441	0,441	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,136	$N = q \cdot r$	5,193	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,410	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,719	9,523	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

61,878

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

30,008

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,449

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

22,815

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 5 - Strada Buie d'Istria n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,302	-0,314	0,441
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	4,517	10,911	9,523

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	22,85	24,46	33,73
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

33,73

Comizio irriguo n.5:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Buie d'Istria n.2;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,12 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,32 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	30,7 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,72 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,1 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	35,9 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 5 - Strada Buie d'Istria n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,000 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_o = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6281
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,689 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>35,87 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 73,564 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 36,782 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,572 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 33,633 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 34,682 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 5 - Strada Buie d'Istria n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,104	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,461	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,024	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,057	0,581	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,747	$N = q \cdot r$	8,234	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,320	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,514	7,237	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-1,131	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,461	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,029	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,058	-0,604	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	16,467	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	16,729	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	2,165	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,461	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,033	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,867	0,860	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,747	$N = q \cdot r$	8,234	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,704	$N = 0,11916 \cdot Q$	4,133	14,901	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

73,564

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

36,782

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,572

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

34,682

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 5 - Strada Buie d'Istria n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,581	-0,604	0,860
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	7,237	16,729	14,901

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	43,84	46,61	65,33
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

65,33

Comizio irriguo n.5:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Buie d'Istria n.3.

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,12 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,32 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	30,7 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,72 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,1 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	35,9 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 5 - Strada Buie d'Istria n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,000 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	33,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_o = 1 - \tan \varphi =$	0,455
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5565
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 33,391 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>35,87 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 69,266 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 31,541 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,239 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 24,631 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 25,442 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 5 - Strada Buie d'Istria n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,621	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,236	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,010	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,032	0,354	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,272	$N = q \cdot r$	5,458	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,175	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,377	4,674	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,636	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,236	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,012	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,033	-0,368	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	11,986	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	12,189	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,218	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,236	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,014	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,492	0,510	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,272	$N = q \cdot r$	5,458	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,385	$N = 0,11916 \cdot Q$	3,032	10,211	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

69,266

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

31,541

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,239

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

25,442

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 5 - Strada Buie d'Istria n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,354	-0,368	0,510
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	4,674	12,189	10,211

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	26,73	28,58	38,89
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

38,89

Comizio irriguo n.6:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Nord”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 6 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,900 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,4814
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,546 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 37,546 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 18,773 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,556 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 13,351 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 14,162 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 6 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,337	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,141	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,011	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,018	0,178	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,689	$N = q \cdot r$	3,249	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,192	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,210	2,897	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,345	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,141	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,018	-0,185	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	6,497	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	6,700	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,660	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,141	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,274	0,264	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,689	$N = q \cdot r$	3,249	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,423	$N = 0,11916 \cdot Q$	1,688	6,113	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

37,546

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

18,773

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,556

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

14,162

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 6 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,178	-0,185	0,264
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	2,897	6,700	6,113

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	13,53	14,47	20,24
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

20,24

Comizio irriguo n.6:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Sud”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 6 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,900 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,4814
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,546 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 37,546 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 18,773 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,556 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 13,351 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 14,162 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 6 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,337	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,141	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,011	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,018	0,178	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,689	$N = q \cdot r$	3,249	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,192	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,210	2,897	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,345	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,141	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,018	-0,185	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	6,497	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	6,700	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,660	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,141	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,274	0,264	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,689	$N = q \cdot r$	3,249	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,423	$N = 0,11916 \cdot Q$	1,688	6,113	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

37,546

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

18,773

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,556

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

14,162

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 6 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,178	-0,185	0,264
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	2,897	6,700	6,113

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	13,53	14,47	20,24
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

20,24

Comizio irriguo n.6:

- Dimensionamento attraversamento Strada Provinciale n.81.

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	2,8 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	5,89 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,09 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	33,4 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,49 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,3 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	38,7 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO**CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Bosco - Attraversamento SP73 Arsa - DN400**

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,800 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5781
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 32,375 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>38,71 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 71,088 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 35,544 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,556 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 25,279 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 26,090 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Bosco - Attraversamento SP73 Arsa - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,637	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,266	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,011	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,033	0,338	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,305	$N = q \cdot r$	6,151	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,192	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,387	5,360	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,653	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,266	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,034	-0,352	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	12,302	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	12,505	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,250	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,266	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,504	0,498	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,305	$N = q \cdot r$	6,151	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,423	$N = 0,11916 \cdot Q$	3,109	11,053	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

71,088

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

35,544

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,556

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

26,090

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 1 Bosco - Attraversamento SP73 Arsa - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,338	-0,352	0,498
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	5,360	12,505	11,053

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	25,66	27,49	38,11
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

38,11

Comizio irriguo n.6:

- Dimensionamento attraversamento Canale Adduttore.

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 6 Ramo Sud - Canale Add. - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,700 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5883
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 31,770 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 31,770 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 15,885 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,556 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 11,297 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 12,108 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 6 Ramo Sud - Canale Add. - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,285	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,119	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,011	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,015	0,151	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,583	$N = q \cdot r$	2,749	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,192	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,179	2,473	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,292	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,119	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,016	-0,157	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	5,498	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	5,700	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,559	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,119	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,234	0,224	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,583	$N = q \cdot r$	2,749	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,423	$N = 0,11916 \cdot Q$	1,443	5,263	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

31,770

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

15,885

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,556

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

12,108

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 6 Ramo Sud - Canale Add. - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,151	-0,157	0,224
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	2,473	5,700	5,263

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	11,44	12,23	17,16
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

17,16

Comizio irriguo n.7:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Nord”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,000 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5962
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 35,770 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 35,770 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 17,885 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,064 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 14,537 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 15,467 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,422	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,176	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,017	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,022	0,221	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,753	$N = q \cdot r$	3,549	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,252	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,229	3,203	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,432	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,176	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,020	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,023	-0,230	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	7,099	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	7,331	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,827	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,176	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,023	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,343	0,329	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,753	$N = q \cdot r$	3,549	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,554	$N = 0,11916 \cdot Q$	1,843	6,774	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

35,770

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

17,885

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,064

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

15,467

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,221	-0,230	0,329
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	3,203	7,331	6,774

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	16,75	17,83	25,13
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

25,13

Comizio irriguo n.7:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Sud”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,300 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5694
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,580 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 37,580 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 18,790 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,064 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 15,272 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 16,202 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,443	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,185	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,017	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,023	0,233	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,791	$N = q \cdot r$	3,729	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,252	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,240	3,356	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,454	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,185	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,020	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,024	-0,242	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	7,458	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	7,690	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,869	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,185	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,023	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,359	0,346	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,791	$N = q \cdot r$	3,729	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,554	$N = 0,11916 \cdot Q$	1,931	7,079	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

37,580

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

18,790

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,064

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

16,202

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,233	-0,242	0,346
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	3,356	7,690	7,079

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	17,61	18,74	26,40
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

26,40

Comizio irriguo n.7:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Capodistria n.1;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,3 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,46 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,66 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	27,3 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,06 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,9 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	32,2 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 - Strada Capodistria n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,300 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5308
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 35,033 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>32,20 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 67,229 \text{ kN/m}^2$
Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 33,615 \text{ kN/m}^2$
Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,556 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 23,907 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 24,718 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 - Strada Capodistria n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,603	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,252	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,011	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,031	0,320	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,234	$N = q \cdot r$	5,817	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,192	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,366	5,077	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,617	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,252	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,032	-0,333	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	11,634	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	11,837	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,182	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,252	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,478	0,471	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,234	$N = q \cdot r$	5,817	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,423	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,945	10,484	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

67,229

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

33,615

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,556

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

24,718

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 - Strada Capodistria n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,320	-0,333	0,471
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	5,077	11,837	10,484

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	24,27	25,99	36,05
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

36,05

Comizio irriguo n.7:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Capodistria n.2;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,1 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,23 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,43 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	29,5 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,83 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,0 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	34,6 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 - Strada Capodistria n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,100 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6194
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 38,402 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u><u>34,58 kN/m²</u></u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 72,979 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 36,489 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,572 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 33,366 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 34,415 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 - Strada Capodistria n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,095	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,457	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,024	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,056	0,576	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,733	$N = q \cdot r$	8,168	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,320	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,510	7,181	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-1,122	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,457	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,029	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,058	-0,599	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	16,336	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	16,599	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	2,147	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,457	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,033	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,860	0,853	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,733	$N = q \cdot r$	8,168	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,704	$N = 0,11916 \cdot Q$	4,101	14,789	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

72,979

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

36,489

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,572

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

34,415

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 - Strada Capodistria n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,576	-0,599	0,853
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	7,181	16,599	14,789

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	43,49	46,23	64,81
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

64,81

Comizio irriguo n.7:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Capodistria n.3.

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	2,7 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	5,77 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	4,97 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	34,9 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,37 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,4 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	40,3 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 - Strada Capodistria n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	2,700 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	28,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,531
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5919
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 31,962 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>40,27 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 72,232 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 38,321 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,773 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 25,686 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 26,496 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 - Strada Capodistria n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,648	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,287	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,012	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,033	0,327	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,326	$N = q \cdot r$	6,631	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,204	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,393	5,837	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,663	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,287	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,014	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,034	-0,341	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	12,500	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	12,702	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,270	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,287	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,512	0,488	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,326	$N = q \cdot r$	6,631	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,449	$N = 0,11916 \cdot Q$	3,157	11,628	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

72,232

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

38,321

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,773

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

26,496

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 7 - Strada Capodistria n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,327	-0,341	0,488
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	5,837	12,702	11,628

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	24,85	26,65	37,47
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

37,47

Comizio irriguo n.8:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Nord”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,600 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5781
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 41,624 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 41,624 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 20,812 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,572 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 19,031 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 20,080 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,625	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,261	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,024	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,033	0,326	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,989	$N = q \cdot r$	4,659	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,320	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,298	4,204	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,640	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,261	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,029	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,034	-0,338	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	9,318	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	9,580	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,225	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,261	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,033	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,502	0,485	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,989	$N = q \cdot r$	4,659	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,704	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,393	8,827	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

41,624

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

20,812

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,572

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

20,080

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,326	-0,338	0,485
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	4,204	9,580	8,827

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	24,60	26,09	36,90
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

36,90

Comizio irriguo n.8:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Sud”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,100 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6194
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 38,402 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 38,402 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 19,201 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,572 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 17,557 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 18,606 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,576	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,241	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,024	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,030	0,300	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,912	$N = q \cdot r$	4,298	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,320	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,276	3,898	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,590	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,241	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,029	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,031	-0,311	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	8,596	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	8,858	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,130	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,241	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,033	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,465	0,447	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,912	$N = q \cdot r$	4,298	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,704	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,217	8,214	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

38,402

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

19,201

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,572

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

18,606

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,300	-0,311	0,447
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	3,898	8,858	8,214

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	22,66	24,02	34,03
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

34,03

Comizio irriguo n.8:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Istria n.1;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,3 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,46 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,66 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	27,3 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,06 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,9 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	32,2 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 - Strada Istria n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,300 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5308
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 35,033 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>32,20 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 67,229 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 33,615 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,556 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 23,907 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 24,718 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 - Strada Istria n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,603	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,252	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,011	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,031	0,320	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,234	$N = q \cdot r$	5,817	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,192	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,366	5,077	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,617	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,252	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,032	-0,333	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	11,634	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	11,837	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,182	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,252	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,478	0,471	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,234	$N = q \cdot r$	5,817	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,423	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,945	10,484	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

67,229

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

33,615

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,556

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

24,718

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 - Strada Istria n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,320	-0,333	0,471
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	5,077	11,837	10,484

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	24,27	25,99	36,05
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

36,05

Comizio irriguo n.8:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Istria n.2;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,3 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,46 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,66 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	27,3 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,06 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,9 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	32,2 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 - Strada Istria n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,300 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6024
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 39,756 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>32,20 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 71,953 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 35,976 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,572 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 32,897 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u>Q = 33,946 kN/m</u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 - Strada Istria n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,080	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,451	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,024	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,055	0,568	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,709	$N = q \cdot r$	8,053	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,320	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,503	7,084	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-1,106	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,451	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,029	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,057	-0,591	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	16,107	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	16,369	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	2,117	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,451	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,033	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,848	0,841	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,709	$N = q \cdot r$	8,053	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,704	$N = 0,11916 \cdot Q$	4,045	14,594	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

71,953

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

35,976

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,572

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

33,946

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 - Strada Istria n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,568	-0,591	0,841
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	7,084	16,369	14,594

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	42,87	45,57	63,90
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

63,90

Comizio irriguo n.8:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Istria n.3.

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,3 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,46 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,66 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	27,3 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,06 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,9 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	32,2 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 - Strada Istria n.3 - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,300 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5694
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,580 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>32,20 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 69,776 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 34,888 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,064 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 28,357 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 29,287 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 - Strada Istria n.3 - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,823	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,343	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,017	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,042	0,435	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,469	$N = q \cdot r$	6,924	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,252	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,434	6,066	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,843	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,343	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,020	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,044	-0,452	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	13,847	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	14,080	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,614	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,343	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,023	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,649	0,642	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,469	$N = q \cdot r$	6,924	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,554	$N = 0,11916 \cdot Q$	3,490	12,511	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

69,776

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

34,888

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,064

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

29,287

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 8 - Strada Istria n.3 - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,435	-0,452	0,642
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	6,066	14,080	12,511

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	32,88	35,07	48,94
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

48,94

Comizio irriguo n.9:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Nord”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,300 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	32,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi =$	0,470
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5677
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,465 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 37,465 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 17,612 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,821 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 15,226 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 16,156 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,442	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,173	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,023	0,244	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,789	$N = q \cdot r$	3,495	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,237	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,239	3,109	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,453	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,173	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,019	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,024	-0,253	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	7,435	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	7,667	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,866	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,173	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,022	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,358	0,357	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,789	$N = q \cdot r$	3,495	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,521	$N = 0,11916 \cdot Q$	1,925	6,804	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

37,465

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

17,612

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,821

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

16,156

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 Ramo Nord - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,244	-0,253	0,357
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	3,109	7,667	6,804

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	18,42	19,59	27,21
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

27,21

Comizio irriguo n.9:

- Dimensionamento attraversamento Adduttore Pega Est Ramo “Sud”;

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4064 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,000 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3874 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	32,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1985 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi =$	0,470
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,930 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5945
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 35,669 \text{ kN/m}^2$
	<u><u> </u></u> kN/m ²
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 35,669 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 16,767 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,821 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 14,496 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,930 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u> </u></u> $Q = 15,426 \text{ kN/m}$

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\phi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,015	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,421	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,165	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,022	0,232	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,074	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-0,751	$N = q \cdot r$	3,327	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,237	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,229	2,968	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,017	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,431	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,165	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,019	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,023	-0,241	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,232	$N = p \cdot r$	7,078	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	7,311	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,044	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,825	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,165	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,022	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,342	0,340	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,074	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	0,751	$N = q \cdot r$	3,327	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,521	$N = 0,11916 \cdot Q$	1,838	6,512	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

35,669

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

16,767

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,821

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,198

s: Spessore della tubazione [m]

0,009

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

15,426

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 Ramo Sud - Add. Pega Est - DN400

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,232	-0,241	0,340
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	2,968	7,311	6,512

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	17,53	18,64	25,92
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

25,92

Comizio irriguo n.9:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Dalmazia n.1;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,4 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,58 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,78 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	26,3 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,18 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,8 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	31,1 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 - Strada Dalmazia n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,400 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5220
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 35,499 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>31,10 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 66,601 \text{ kN/m}^2$
Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 33,300 \text{ kN/m}^2$
Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,556 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 23,683 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 24,494 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 - Strada Dalmazia n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,597	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,249	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,011	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,031	0,317	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,223	$N = q \cdot r$	5,763	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,192	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,363	5,030	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,612	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,249	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,032	-0,330	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	11,525	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	11,728	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,171	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,249	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,473	0,467	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,223	$N = q \cdot r$	5,763	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,423	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,919	10,392	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

66,601

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

33,300

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,556

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

24,494

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 - Strada Dalmazia n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,317	-0,330	0,467
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	5,030	11,728	10,392

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	24,04	25,75	35,72
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

35,72

Comizio irriguo n.9:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Dalmazia n.2;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,3 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,46 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,66 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	27,3 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,06 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,9 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	32,2 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 - Strada Dalmazia n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,300 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	32,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,470
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6007
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 39,646 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>32,20 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 71,842 \text{ kN/m}^2$
Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 33,772 \text{ kN/m}^2$
Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,298 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 32,846 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 33,895 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 - Strada Dalmazia n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,078	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,423	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,022	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,055	0,596	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,706	$N = q \cdot r$	7,560	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,301	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,502	6,573	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-1,104	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,423	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,027	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,057	-0,618	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	16,082	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	16,344	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	2,114	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,423	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,031	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,847	0,868	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,706	$N = q \cdot r$	7,560	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,662	$N = 0,11916 \cdot Q$	4,039	14,050	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

71,842

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

33,772

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,298

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

33,895

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 - Strada Dalmazia n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,596	-0,618	0,868
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	6,573	16,344	14,050

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	44,85	47,62	65,88
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

65,88

Comizio irriguo n.9:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Dalmazia n.3.

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,8 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,04 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	6,24 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	22,8 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,64 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,5 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	27,3 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 INT.5-INT.6 - Strada Dalmazia - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,800 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	30,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,500
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,4891
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,171 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>27,27 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 64,440 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 32,220 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,556 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 22,915 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 23,726 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 INT.5-INT.6 - Strada Dalmazia - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,578	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,241	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,011	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,030	0,307	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,183	$N = q \cdot r$	5,576	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,192	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,352	4,872	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,592	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,241	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,031	-0,319	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	11,151	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	11,354	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,133	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,241	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,458	0,452	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,183	$N = q \cdot r$	5,576	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,423	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,827	10,074	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

64,440

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

32,220

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,556

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

23,726

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 9 INT.5-INT.6 - Strada Dalmazia - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,307	-0,319	0,452
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	4,872	11,354	10,074

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	23,26	24,91	34,56
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

34,56

Comizio irriguo n.10:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Pola n.1;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,7 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,93 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	6,13 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	23,6 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,53 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,6 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	28,2 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 10 - Strada Pola n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,700 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	28,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,531
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5008
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,061 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>28,15 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 65,214 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 34,598 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,773 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 23,190 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 24,001 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 10 - Strada Pola n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,585	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,259	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,012	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,030	0,295	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,197	$N = q \cdot r$	5,987	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,204	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,356	5,285	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,599	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,259	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,014	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,031	-0,307	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	11,285	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	11,488	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,147	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,259	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,016	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,464	0,441	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,197	$N = q \cdot r$	5,987	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,449	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,860	10,558	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

65,214

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

34,598

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,773

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

24,001

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 10 - Strada Pola n.3 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	--	--	--

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,295	-0,307	0,441
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	5,285	11,488	10,558

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	22,42	24,04	33,84
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

33,84

Comizio irriguo n.10:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Pola n.2;

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3,6 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,81 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	6,01 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	24,4 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	7,41 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	4,7 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	29,1 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 10 - Strada Pola n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,3556 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,600 m
Diametro interno: $D_i =$	0,3366 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	32,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,1731 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,470
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	0,811 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,5034
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 36,241 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u><u>29,08 kN/m²</u></u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 65,326 \text{ kN/m}^2$
Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 30,709 \text{ kN/m}^2$
Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 3,343 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 23,230 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 0,811 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u><u>Q = 24,041 kN/m</u></u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 10 - Strada Pola n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,011	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	0,586	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,230	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,010	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,030	0,326	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,065	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,199	$N = q \cdot r$	5,314	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,181	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,356	4,587	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,013	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-0,600	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,230	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,013	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,031	-0,339	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,203	$N = p \cdot r$	11,305	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	11,507	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,033	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,149	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,230	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,015	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,464	0,473	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,065	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,199	$N = q \cdot r$	5,314	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,398	$N = 0,11916 \cdot Q$	2,865	9,841	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

65,326

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

30,709

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

3,343

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,173

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

24,041

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 10 - Strada Pola n.1 - DN350

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,326	-0,339	0,473
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	4,587	11,507	9,841

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	24,67	26,39	36,15
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

36,15

Comizio irriguo n.10:

- Dimensionamento attraversamento Strada Comunale Pola n.3.

PRESSIONE EQ.TE AI CARICHI STARDALI "Q1" E "q1"

(secondo par. 5.1.3.3.5 di NTC 2018 - fig. 5.1.2)

spessore totale del rinterro su generatrice sup. tubo:	3 m
spessore della sovrastruttura stradale:	0,3 m

numero di corsie della strada:	2
--------------------------------	---

angolo di diff.ne carichi nella sovrastruttura stradale:	45 ° $\equiv$
angolo di diff.ne carichi nel terreno di rilevato stradale:	30 ° $\equiv$

diffusione carichi concentrati "Q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,12 m
---	--------

lunghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne par.la. ad asse strada):	5,32 m
--	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	30,7 kN/m ²
---	------------------------

diffusione carico distribuito "q1":

larghezza area caricata a quota gen sup. tubo (dir.ne ort.le ad asse strada):	6,72 m
---	--------

pressione agente sulla generatrice sup. tubo:	5,1 kN/m ²
---	-----------------------

pressione eq.te complessiva agente sulla generatrice sup. tubo:	35,9 kN/m²
--	------------------------------

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO

CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 10 - Strada Pola n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE AZIONI

DATI GEOMETRICI DELLA TUBAZIONE		DATI GEOTECNICI DEL TERRENO	
Diametro esterno: $D_e =$	0,4572 m	Altezza del ricoprimento, distanza tra il piano asfaltato e la generatrice superiore del tubo di protezione, minimo 1,50 m: $H =$	3,000 m
Diametro interno: $D_i =$	0,4382 m	Peso specifico del terreno di ricoprimento: $\gamma_t =$	20,0 kN/m ³
Spessore: $s =$	0,0095 m	Angolo di attrito interno del terreno: $\varphi =$	32,0 °deg
Raggio medio: $r =$	0,2239 m	Coeff. di spinta (a riposo): $K_0 = 1 - \tan \varphi =$	0,470
Peso specifico della tubazione: $\gamma_{tubo} =$	78,5 kN/m ³		
Peso lineare della tubazione: $P_{tubo} =$	1,049 kN/m		

CARICHI GRAVANTI SULLA TUBAZIONE

Calcolati come prescritto al paragrafo 4.4 del D.M. 4 aprile 2014

Carico ripartito superiore:	corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sulla carreggiata.
Determinazione coefficiente di influenza della larghezza dello strato di terreno sul tubo, χ_t	0,6265
Carico corrispondente al peso del terrapieno: p_{terr}	$H \cdot \gamma_t \cdot \chi_t = 37,592 \text{ kN/m}^2$
Carico mobile agente a livello estr. condotta: p_{mob}	(carichi Q1) <u>35,87 kN/m²</u>
Carico ripartito superiore totale: p	$p_{terr} + p_{mob} = 73,466 \text{ kN/m}^2$

Carico ripartito laterale:	corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terreno + sovraccarico valutato come sopra).
Carico ripartito laterale: q	$p_{tot} \cdot K = 34,535 \text{ kN/m}^2$

Carico triangolare laterale:	corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.
Carico triangolare laterale: z	$D_e \cdot \gamma_t \cdot K = 4,298 \text{ kN/m}^2$

REAZIONE RADIALE

Considerata costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Carico terreno e carico mobile:	$Q1 = p_{tot} \cdot D_e = 33,589 \text{ kN/m}$
Peso proprio tubazione:	$Q2 = 1,049 \text{ kN/m}$
Somma dei carichi verticali:	<u>Q = 34,638 kN/m</u>

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 10 - Strada Pola n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

	A Peso proprio		B Carico ripartito superiore		C Carico ripartito laterale		D Carico triangolare laterale		E Reazione radiale settore $2\varphi=60^\circ$		A+B+C+D+E Sollecitazione totale	
Sezione verticale superiore	$M = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,019	$M = (4/3\pi - \frac{1}{8}) \cdot p \cdot r^2$	1,102	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,433	$M = -5/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,022	$M = -0,0073038 \cdot Q \cdot r$	-0,057	0,609	kN·m/m
	$N = -\frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	-0,083	$N = -(1/3\pi) \cdot p \cdot r$	-1,745	$N = q \cdot r$	7,731	$N = 5/16 \cdot z \cdot r$	0,301	$N = 0,014817 \cdot Q$	0,513	6,716	kN/m
Sezione orizzontale mediana	$M = -(\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	-0,021	$M = (1/\pi - \frac{5}{8}) \cdot p \cdot r^2$	-1,129	$M = \frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	0,433	$M = \frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$	0,027	$M = 0,0075118 \cdot Q \cdot r$	0,058	-0,633	kN·m/m
	$N = (\pi/2) \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,262	$N = p \cdot r$	16,445	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	$N = 0$	0,000	16,708	kN/m
Sezione verticale inferiore	$M = 3/2 \cdot \gamma t \cdot s \cdot r^2$	0,056	$M = (2/3\pi + \frac{3}{8}) \cdot p \cdot r^2$	2,162	$M = -\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$	-0,433	$M = -7/48 \cdot z \cdot r^2$	-0,031	$M = -0,11165 \cdot Q \cdot r$	-0,866	0,888	kN·m/m
	$N = \frac{1}{2} \cdot \gamma t \cdot s \cdot r$	0,083	$N = (1/3\pi) \cdot p \cdot r$	1,745	$N = q \cdot r$	7,731	$N = 11/16 \cdot z \cdot r$	0,662	$N = 0,11916 \cdot Q$	4,127	14,348	kN/m

M: Momento flettente [kN·m/m]

N: Sforzo assiale [kN]

p: Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso del rilevato stradale [kN/m²]

73,466

q: Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

34,535

z: Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali [kN/m²]

4,298

r: Raggio medio della tubazione [m]

0,224

s: Spessore della tubazione [m]

0,010

γt : Peso specifico del materiale costituente la tubazione [kN/m³]

78,500

Q: Reazione radiale costante [kN/m]

34,638

DIMENSIONAMENTO TUBO DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
CBPF - Sistema Irriguo Valle Pega - Linea 10 - Strada Pola n.2 - DN450

Il calcolo viene eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 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".

VERIFICA DELLA SEZIONE DEL TUBO SOTTOPOSTA AI CARICHI TRASVERSALI

	Sezione verticale superiore	Sezione orizzontale mediana	Sezione verticale inferiore
--	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

SOLLECITAZIONI

M: Momento flettente positivo se tende la fibra interna [kN·m/m]	0,609	-0,633	0,888
N: Sforzo assiale positivo se di compressione [kN]	6,716	16,708	14,348

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

b: Base [mm]	1000	1000	1000
a: Altezza [mm]	9,00	9,00	9,00

CALCOLO DELLE TENSIONI

Acciaio: σ_s [N/mm ²]	45,87	48,71	67,37
--	-------	-------	-------

Tensione massima nell'acciaio: $\sigma_{s,MAX}$ [N/mm²]

67,37