



ACOSET SPA
Viale Mario Rapisardi, 164 - 95123, Catania
Tel 095360133 Fax 095356032
PEC: acoset@pec.it Sito: www.acoset.com
P.IVA 00132380874

Lavori di posa condotta idrica per il collegamento del Pozzo denominato "Rosella" agli Impianti Acoset Spa

Calcoli Idraulici

Il Responsabile Unico del Procedimento

Ing. R.Savarese

Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione ed Esecuzione

Ing. B.Santangelo

Elaborato 2

I Progettisti

Ing. F.Arcidiacono

Ing. P. Cutore

Ing. A.Pagano

Supporto alla Progettazione

Ing. N. Dell'Orto Ing. S.A. Di Gregorio Dott. G. Sapienza Ing. A. Torre Ing. A.Torrisi

Data

Il Direttore Tecnico

Ing. E.Greco

Il Direttore Generale

Il Presidente



Sommario

1. SCELTA DEL TRACCIATO	1
2. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE OPERE DI PROGETTO.....	3
3. VERIFICA DELLE SOVRAPRESSIONI IN CONDOTTA.....	8
4. VERIFICA DELLA TENUTA ALL'ANTISFILAMENTO DELLA CONODTTA..	11

1. SCELTA DEL TRACCIATO

La condotta adduttrice per il collegamento tra il pozzo di proprietà denominato Rosella e gli impianti di distribuzione aziendali avrà uno sviluppo complessivo di circa 17,8 km dalla via Finaita nel Comune di Mascali, in prossimità dell'area del pozzo, fino alla via Ronzini di Trecastagni, in corrispondenza dell'esistente condotta di adduzione in ghisa DN 250 di collegamento tra il partitore P3 e il serbatoio Piattaforma.

Il tracciato della condotta è stato individuato in quello più breve, ottenuto seguendo strade di competenza comunale sia a fondo naturale sia a fondo bituminoso e strade di pertinenza provinciale a fondo bituminoso. E' altresì prevista la posa della condotta lungo un tratto di pista a fondo naturale di proprietà aziendale espropriata a metà degli anni '60 del secolo scorso per la condotta di adduzione "Val Calanna". Lungo la suddetta pista si procederà alla sostituzione dell'esistente condotta non più in servizio con la condotta in progetto.

Tale scelta del tracciato è stata realizzata sulla scorta di considerazioni economiche (minimizzazione dei costi) ed idrauliche.

Il funzionamento idraulico della condotta avverrà a gravità.

Il tracciato della condotta di adduzione prevede le seguenti caratteristiche:

- Quota massima estradosso condotta 965,90 ,00 m s.l.m.m.
- Lunghezza del tracciato su sede stradale 16225,38 m
- Lunghezza del tracciato su pista "Val Calanna" 1440,60 m
- Quota minima estradosso condotta 588,70 m s.l.m.m.
- Quota collegamento con gli impianti aziendali esistenti 617,12 m s.l.m.m.

Per il dimensionamento del diametro delle condotte si è tenuto conto di aspetti idraulici quali evitare velocità delle acque in condotta sia troppo basse per la formazione di eventuali fenomeni di sedimentazione sia troppo elevate per preservare la condotta da eccessivi fenomeni di vibrazione e stress limitando altresì gli effetti dovuti a sovrappressioni.

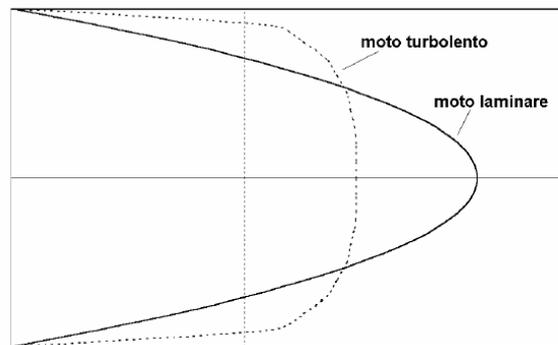
Si è scelto di realizzare la condotta in progetto con tubazioni per acqua potabile (D.M. 174 del 06/04/2004) in ghisa sferoidale certificate secondo la norma EN ISO 9001 e conformi alla norma EN 545:2010 e ISO 16631 riguardanti le caratteristiche dei materiali quali dimensioni, tolleranze, caratteristiche meccaniche, prestazioni, ecc. E' altresì prevista la realizzazione di brevi tratti di condotta in acciaio con caratteristiche specifiche secondo le norme UNI 10224 e muniti di certificazioni I.G.Q. con rivestimento esterno in polietilene a triplo strato rinforzato (norme UNI 9099) e rivestimento interno in resina epossidica di spessore 250 Micron per acqua potabile (D.M. 174 del 06/04/2004 - Ministero della salute e ss.mm.ii.) in corrispondenza degli attraversamenti pensili di opere d'arte quali ponti.

Tale scelta di materiali, insieme all'adozione di sistemi di contrasto all'antisfilamento in sostituzione dei tradizionali blocchi di ancoraggio (che avrebbero richiesto volumi eccessivi di calcestruzzo), consentono di garantire elevata resistenza meccanica, elevata resistenza alle sovrappressioni, elevata resistenza alla corrosione, atossicità e facilità di giunzione.

2. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE OPERE DI PROGETTO

Il moto in un tubo di un fluido in pressione, uniforme se indipendente dal tempo, rappresenta la condizione più semplice per la valutazione della resistenza in regime turbolento trattandosi di un moto dotato di simmetria assiale e dunque con caratteri uguali lungo ogni direzione radiale.

In particolare lungo la superficie interna del tubo si evidenzia la formazione di uno strato limite anulare, che è dapprima laminare e quindi turbolento fino a occupare l'intera sezione del tubo.



Schema andamento delle condizioni di moto laminare e turbolento

In linea di principio, data la complessità del fenomeno (influenzato dalla distribuzione delle velocità nel tubo, le geometrie, la turbolenza, la viscosità del fluido, la scabrezza relativa risultante), per la valutazione della resistenza al moto all'interno di una condotta si può adottare la formula di Darcy-Weisbach che esprime la cadente piezometrica della condotta "J" (perdita di carico per unità di lunghezza) come:

$$J = \frac{\lambda v^2}{D 2g}$$

da cui si ricavano le perdite di carico totali dell'intera condotta come:

$$\Delta H_{distribuite} = J \cdot L$$

in cui

- L è la lunghezza della condotta (m),
- D è il diametro della condotta (m),
- v è la velocità media in condotta (m/s).

Il rapporto $v^2/2g$ (m) rappresenta il cosiddetto “carico cinetico”, mentre il coefficiente λ è detto numero di resistenza; come risulta da considerazioni dimensionali, esso è funzione, per un fluido incomprimibile, del numero di Reynolds del tubo $Re = \rho v D / \mu$ e della scabrezza relativa e/D .

Il coefficiente di resistenza λ dipende solo dal numero di Reynolds per tubi lisci, mentre dipende solo dalla scabrezza relativa (cioè è del tutto indipendente dalla viscosità) per tubi scabri; e questo fatto caratterizza in modo netto la distinzione fra le due condizioni idrauliche del movimento.

C'è tuttavia da osservare che uno stesso tubo può essere considerato scabro o liscio, a seconda della portata convogliata. Si conclude perciò che lo spessore del sottostrato limite viscoso, e quindi la qualifica di tubo liscio o scabro, dipende dal numero di Reynolds. In altre parole, uno stesso tubo potrà comportarsi come liscio quando convogli una bassa portata ($Re < 2000$) in cui i filetti fluidi rimangono sempre paralleli fra di loro, mentre si comporterà come scabro per portate superiori ($Re > 4000$) in cui il movimento dei filetti fluidi non si mantiene sempre parallelo alla direzione della tubazione.

Il passaggio fra comportamento “liscio” e comportamento “scabro” per i tubi è stato individuato da C.F. Colebrook e C.M. White (1939) con la seguente relazione semiempirica:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{e}{3.71D} + \frac{2.52}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

in cui λ è il coefficiente di resistenza al moto, e la scabrezza equivalente (m), D il diametro della condotta (m), Re il numero di Reynolds (adimensionale), ρ la densità dell'acqua ($\text{kg s}^2/\text{m}^4$), v la velocità media in condotta (m/s), μ la viscosità dell'acqua alla temperatura di calcolo ($\text{kg m}^{-2} \text{s}$).

Questa formula in condizioni limite restituisce, rispettivamente, la formula del tubo liscio per $e \rightarrow 0$, e la formula del tubo scabro per $Re \rightarrow \infty$.

Per questi tubi la misura "e" rappresenta quella di una "scabrezza equivalente", cioè definita dalla dimensione e_s del granello di sabbia (usato nelle esperienze di Nikuradse) che da luogo allo stesso coefficiente di resistenza in regime di tubo scabro.

La rappresentazione grafica completa del coefficiente di resistenza λ , in funzione del numero di Reynolds e della scabrezza relativa e/D , è stata data da L.F. Moody (1944) con il noto diagramma logaritmico.

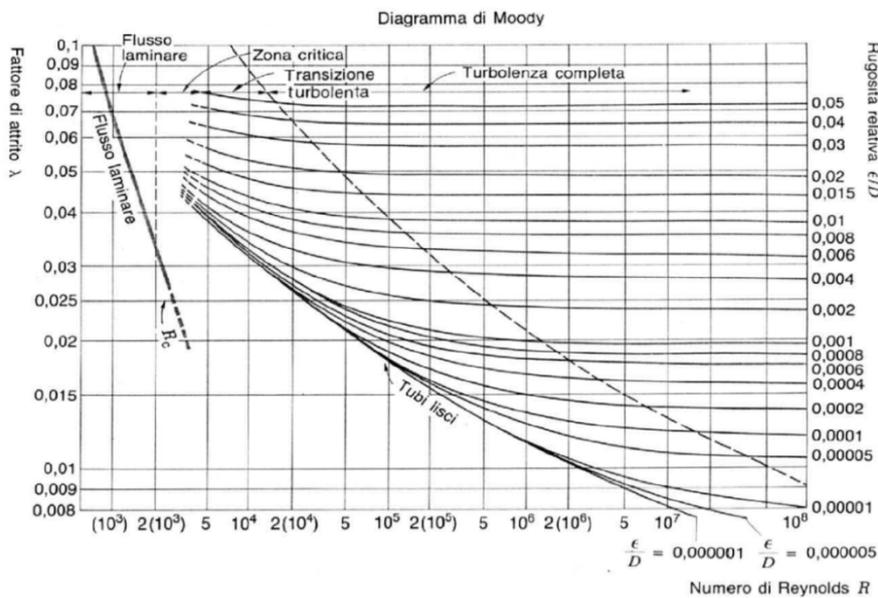


Diagramma di Moody per la determinazione del "fattore di attrito λ " della condotta

Per $2000 < Re < 4000$, il comportamento non è ben definito a causa delle continue oscillazioni che si possono avere fra moto laminare e turbolento (zona critica). Nel grafico è poi messa in evidenza la “zona di transizione” in cui si ha un comportamento intermedio fra “tubo liscio” e “tubo scabro” (cioè in cui si sente contemporaneamente sia l’effetto della viscosità che della scabrezza) e la “zona di moto decisamente turbolento” (quella a destra della linea tratteggiata), in cui il comportamento è esente dagli effetti della viscosità, ma dipende solo dalla scabrezza relativa e/D .

Per il calcolo delle perdite di carico un’ulteriore formula che si può utilizzare è quella di Hazen-William nella forma:

$$\Delta H = J \cdot L = k \cdot C^{-1.852} \cdot D^{-4.871} \cdot Q^{1.852} \cdot L$$

in cui k è coefficiente di conversione per le unità di misura mentre C è un coefficiente dipendente dalla scabrezza dei tubi.

Il dimensionamento della condotta di progetto nel suo sviluppo complessivo è stato effettuato sulla base dei dati delle prove di emungimento eseguite di recente presso il pozzo Rosella.

Sulla base di tali prove preliminari, tenuto altresì conto delle esigenze idriche nei punti di consegna aziendali, la portata di progetto è stata stabilita pari a 150 l/s.

Adottando le necessarie ulteriori ipotesi di progetto, ovvero la quota di partenza della condotta, lo sviluppo complessivo del manufatto con le altezze di posa condotta nonché la quota di arrivo con le condizioni idrauliche di spillamento verso il serbatoio Piattaforma di 50 l/s e trasporto al partitore P3 di 100 l/s attraverso

l'esistente condotta in ghisa del DN 250, si è proceduto al dimensionamento della condotta di adduzione mediante software di simulazione.

I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle allegate.

Sulla base dei risultati si è scelto di adottare una condotta in ghisa sferoidale del DN 500 per il tratto dal picchetto n.1 = progr. 0,00 m al picchetto n.4 = prog. 189,60 m e una condotta in ghisa sferoidale del DN 400 dal picchetto n.4 = prog. 189,60 m fino al picchetto n.328 = progr. 17695,98 m.

La condotta così dimensionata sarà in grado di convogliare la portata di progetto per tutta la vita utile dell'opera con pressioni di esercizio variabili in funzione dell'andamento altimetrico del terreno e comunque non superiori ai 32 bar.

3. VERIFICA DELLE SOVRAPRESSIONI IN CONDOTTA

Quando la velocità dell'acqua in scorrimento all'interno della condotta viene modificata bruscamente, si produce un cambiamento violento di pressione. Questo fenomeno transitorio, chiamato colpo d'ariete, si verifica generalmente in occasione di manovre su una apparecchiatura di rete (pompe, valvole, saracinesche).

Onde di sovrappressione e di depressione si propagano lungo la condotta a una velocità chiamata celerità dell'onda. I colpi d'ariete nelle condotte in pressione hanno come origine quattro cause principali:

- l'avvio e l'arresto delle pompe;
- la chiusura di valvole, di apparecchiature di incendio e di lavaggio;
- la presenza di aria;
- la cattiva utilizzazione degli apparecchi di protezione.

Le sovrappressioni possono innescare, in casi critici, la rottura di quelle condotte che non presentino sufficienti coefficienti di sicurezza.

Le depressioni possono creare delle sacche di cavitazione pericolose per le condotte e per le apparecchiature idrauliche.

La valutazione semplificata del fenomeno può essere trattata considerando innanzi tutto la celerità dell'onda "a" come:

$$a = \sqrt{\frac{1}{\rho \left(\frac{1}{E} + \frac{D}{Ee} \right)}}$$

mentre il valore assoluto di sovrappressione-depressione secondo Allievi:

$$\Delta H = \pm a \frac{\Delta V}{g}$$

e secondo Michaud:

$$\Delta H = \pm \frac{2\Delta V}{gt}$$

dove:

a : celerità dell'onda [m/s];

ρ : peso specifico dell'acqua [1000kg/m³];

ε : modulo di elasticità dell'acqua [2.05x10⁹ N/m²];

E : modulo di elasticità del materiale [ghisa, 1.7x10¹¹ N/m²];

D : diametro interno condotta [m];

e : spessore della condotta [m];

ΔV : valore assoluto di variazione della velocità in regime permanente prima e dopo il colpo d'ariete [m/s];

ΔH : valore assoluto della variazione di pressione massima rispetto alla pressione statica normale [m di colonna d'acqua];

L : lunghezza della condotta [m];

t : tempo di chiusura efficace [s];

g : accelerazione di gravità [9.81 m/s²].

La celerità dell'onda per l'acqua nei tubi in ghisa sferoidale è circa 1200 m/s.

La formula di Allievi tiene conto di una variazione rapida della velocità di scorrimento:

$$t \leq \frac{2L}{a}$$

(tempo chiusura < tempo di ciclo)

La formula di Michaud tiene conto di una variazione lineare della velocità di scorrimento in funzione del tempo (funzione di una legge di chiusura di una valvola):

$$t \geq \frac{2L}{a}$$

(tempo chiusura > tempo di ciclo)

La pressione varia di $\pm \Delta H$ rispetto alla pressione statica normale e tale variazione è massima per manovra brusca quale la chiusura istantanea di una valvola.

Nel caso in progetto avente DN 400 mm, viene fatta la valutazione della sovrappressione per colpo d'ariete in corrispondenza della chiusura della valvola di linea nella sezione della condotta di collegamento agli impianti aziendali.

Viene simulata la chiusura di una saracinesca di intercettazione considerando 24 movimenti (ciascuno corrispondente a mezzo giro di volantino) al minuto per cui si considerano 12 giri al minuto e un tempo di chiusura di circa 240 secondi (52 giri per una valvola a farfalla DN 400 PN 25), superiore al tempo di ciclo della condotta (chiusura graduale, formula di Michaud). Si deve pertanto verificare che la massima sovrappressione non superi mai il valore di pressione nominale delle tubazioni e dei pezzi speciali installati in corrispondenza della sezione di verifica.

La verifica dimostra che non esistono particolari timori per sovrappressioni eccessive dovute a moto vario, confermando la buona scelta dei materiali:

<i>t (tempo chiusura)</i>	240 s	
<i>t_c (tempo ciclo)</i>	29,5 2L/a	
<i>a (celerità onda)</i>	1200 m/s	
<i>Q</i>	0,15 m ³ /s	
<i>g</i>	9,81 m/s ²	
<i>DN</i>	0,4 m	
<i>A</i>	0,1256 m ²	area sezione liquida
<i>L</i>	17700 m	lunghezza tubaz.
<i>v</i>	1,194268 m/s	velocità media fluido

Sovrapressione (Michaud) 17,95 m

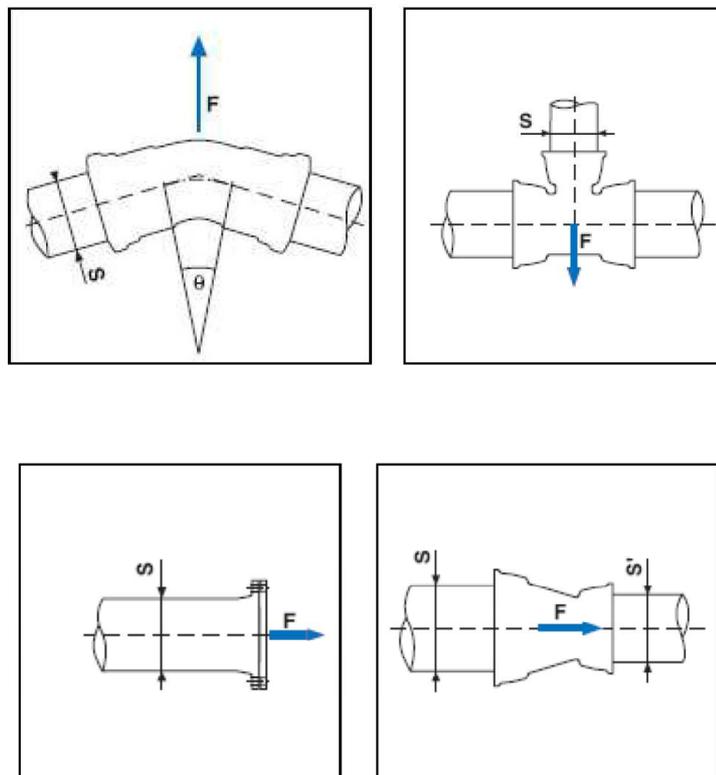
4. VERIFICA DELLA TENUTA ALL'ANTISFILAMENTO DELLA CONDOTTA

Le spinte idrauliche (e le forze che ne derivano) tendono a sfilare dalla propria sede i giunti dei raccordi e delle tubazioni, in prossimità di cambi di direzione, riduzioni di diametro (gomiti, tee, riduzioni) ed estremità di una condotta che trasporta un fluido sotto pressione.

Le spinte possono essere notevoli e devono essere equilibrate da opportuni dispositivi di blocco o da blocchi di spinta.

Le forze di spinta idraulica compaiono in una condotta sotto pressione:

- a ogni cambio di direzione (gomiti, tee);
- a ogni variazione di diametro (riduzioni);
- a ogni estremità (piastre piene).



Sistemi di spinte in corrispondenza delle singolarità nella posa di una tubazione

Le forze di spinta idraulica possono essere calcolate con la formula generica:

$$F = K \times P \times S$$

F : forza di spinta (in N)

P : pressione interna massima (pressione di prova in cantiere) (in Pa)

S : sezione trasversale (interna solo per i giunti flangiati) (in m²)

K : coefficiente variabile in funzione della geometria dell'elemento di condotta interessato pari a:

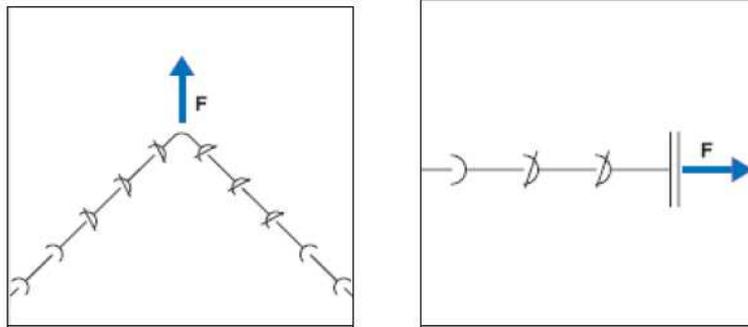
- Piastre piene : $K = 1$
- Coni di riduzione: : $K = 1 - S' / S$ (dove S' è il più piccolo)
- Gomiti d'angolo θ : $K = 2 \sin (\theta/2)$
- $K = 1,414$ per i gomiti 1/4 (90°)
- $K = 0,765$ per i gomiti 1/8 (45°)
- $K = 0,390$ per i gomiti 1/16 (22° 30')
- $K = 0,196$ per i gomiti 1/32 (11° 15')

L'utilizzo di giunti a bicchiere antisfilamento è una tecnica alternativa ai blocchi di ancoraggio in calcestruzzo per l'assorbimento degli effetti delle spinte idrauliche.

Questa tecnica consiste nel bloccare i giunti, per una lunghezza sufficiente da una parte e dall'altra di un punto singolare della condotta, in modo da utilizzare le forze di attrito suolo/tubo per equilibrare la forza di spinta idraulica.

La soluzione con giunti antisfilamento permette di evitare la realizzazione dei blocchi di ancoraggio in calcestruzzo che molto spesso risulta complessa (terreni a bassa coesione, rischio di ritiro ulteriore, ingombro) e onerosa.

Il calcolo della lunghezza antisfilamento è indipendente dal sistema di bloccaggio utilizzato.



Schematizzazione dell'applicazione di sistema antisfilamento

La lunghezza antisfilamento viene calcolata con la seguente formula:

$$L = \frac{P \cdot S}{F_n} \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \cdot c$$

dove:

L : lunghezza antisfilamento (m)

P : pressione di prova in cantiere (Pa)

S : sezione trasversale (m²)

q : angolo del gomito (radianti)

F_n : forza di attrito per metro di tubo (in N/m)

c : coefficiente di sicurezza (1,2 in generale)

$$F_n = K \times f \times (2 W_e + W_p + W_w)$$

W_p : peso metrico del tubo vuoto (in N/m)

W_w : peso metrico dell'acqua (in N/m)

W_e : peso metrico del rinterro (in N/m)

f : coefficiente d'attrito suolo/tubo

K : coefficiente di ripartizione delle pressioni del rinterro attorno ai tubi (secondo compattazione K = da 1,1 a 1,5)

$$W_e = \gamma \times \phi \times D \times \alpha_1$$

$\alpha_1 = 1$ (prova con giunti interrati)

$\alpha_1 = 2/3$ (prova con giunti scoperti)

D : diametro esterno del tubo (m)

ϕ : altezza di ricoprimento (m)

$$f = \alpha_2 \operatorname{tg}(0,8 F)$$

La lunghezza antisfilamento può essere interessata da un coefficiente di sicurezza, in funzione di quanto segue:

- accuratezza di posa
- qualità e compattazione del riporto
- incertezza delle caratteristiche fisiche del rinterro.

All'occorrenza, è utile tener conto della presenza parziale o meno della falda freatica, correggendo il peso del tubo pieno con la corrispondente spinta di Archimede.

$\alpha_2 = 1$ (tubo rivestito zinco + vernice bituminosa)

F = angolo di attrito del terreno.

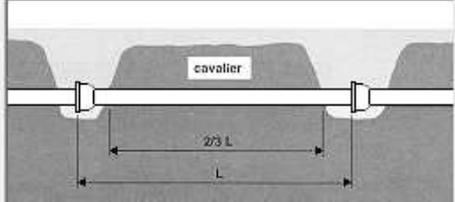
In allegato si riporta il calcolo delle lunghezze antisfilamento per le condotte in ghisa sferoidale e le tavole con il dimensionamento dei singoli tratti.

Condizioni al contorno per le simulazioni

Pressioni di calcolo pari alla pressione di collaudo = 16 bar

Presenza di falda freatica

Considerazione del rinterro



Natura del suolo	Angolo di attrito (°)	Peso specifico (t/m ³)
Residui rocciosi	40	2.0
Tout venant	35	1.9
Sabbie limose	30	2.0
Argille	25	1.9
Valori selezionati:	30	2

Inserire direttamente i valori desiderati nelle caselle gialle, o cliccare sui bottoni corrispondenti per utilizzare i valori predefiniti

Livello del suolo

Rinterro

Tubo + acqua

Altezza di rinterro (m) Hc = 1

Diametro esterno (mm)

Coefficiente di sicurezza Cs = 1.5

Pressioni di calcolo pari alla pressione di collaudo = 16 bar

Risultati:

Tipo di raccordo

Curva isolata Curve successive Ti Riduzione Piatto di chiusura o saracinesca Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) - 1/4:

Gamma del tubo:

Tipo di rivestimento:

Tipo di spinta:

Diametro nominale (mm):

Pressione (bar):

PFA (bar):

Spinta idraulica

P1 =

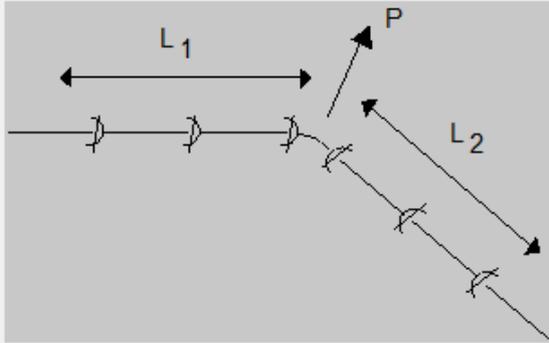
Massa del terreno (t/m):

Forza di attrito (t/m):

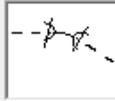
Lunghezza antisfilamento (m)

L1 =

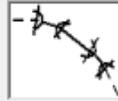
L2 =



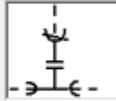
Tipo di raccordo



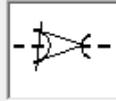
Curva isolata



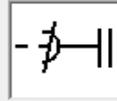
Curve successive



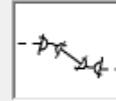
Tj



Riduzione



Piatto di chiusura o saracinesca



Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) - 1/8

Tipo di spinta

Gamma del tubo:

Diametro nominale (mm)

Tipo di rivestimento

Pressione (bar)

PFA (bar)

Spinta idraulica

P1 =

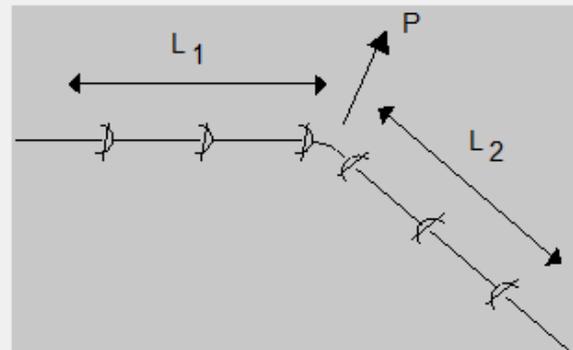
Massa del terreno (t/m)

Forza di attrito (t/m)

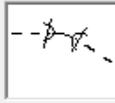
Lunghezza antisfilamento (m)

L1 =

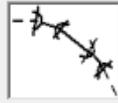
L2 =



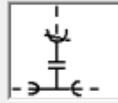
Tipo di raccordo



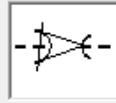
Curva isolata



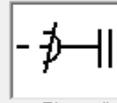
Curve successive



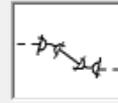
Tj



Riduzione



Piatto di chiusura o saracinesca



Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) - 1/16

Tipo di spinta

Gamma del tubo:

Diametro nominale (mm)

Tipo di rivestimento

Pressione (bar)

PFA (bar)

Spinta idraulica

P1 =

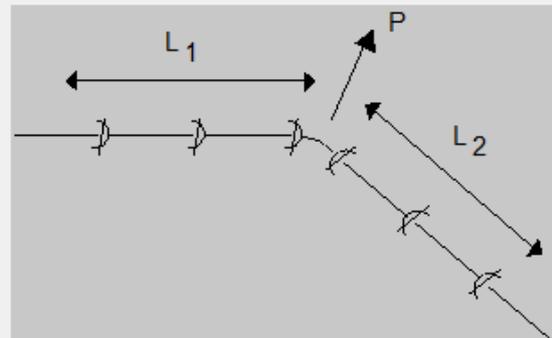
Massa del terreno (t/m)

Forza di attrito (t/m)

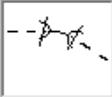
Lunghezza antisfilamento (m)

L1 =

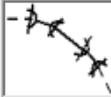
L2 =



Tipo di raccordo



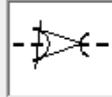
Curva isolata



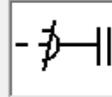
Curve successive



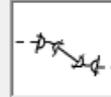
Ti



Riduzione



Piatto di chiusura o saracinesca



Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) - 1/32

Gamma del tubo:

Tipo di rivestimento

Tipo di spinta

Diametro nominale (mm)

Pressione (bar)

PFA (bar)

Spinta idraulica

P1 =

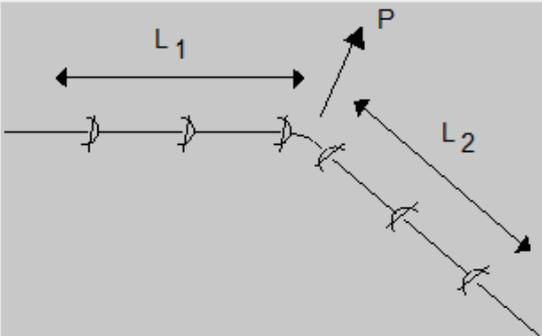
Massa del terreno (t/m)

Forza di attrito (t/m)

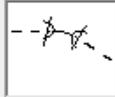
Lunghezza antisfilamento (m)

L1 =

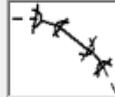
L2 =



Tipo di raccordo



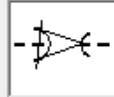
Curva isolata



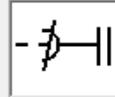
Curve successive



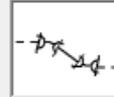
Tj



Riduzione



Piatto di chiusura o saracinesca



Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Riduzione

Tubo piccolo diametro

Angolo della curva n° UNIVERSAL Ve

Angolo della curva n°2 (°) - 1/8 400

Tipo di rivestimento Rapido

Tubo grande diametro

Gamma del tubo: UNIVERSAL Ve

Diametro nominale (mm) 500

Pressione (bar) 16 STP

PFA (bar) 30 C40

Spinta idraulica

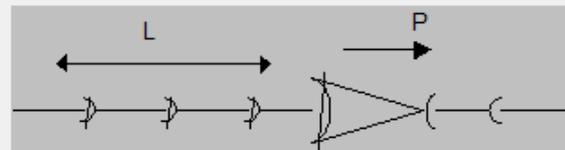
P1 = 12,679

Massa del terreno (t/m) 0,709

Forza di attrito (t/m) 0,960

Lunghezza antisfilamento (m)

L1 = 19,812

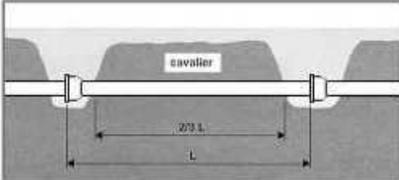


Condizioni al contorno per le simulazioni

Pressione di calcolo pari alla pressione di collaudo = 25, 35 e 45 bar

Presenza di falda freatica

Considerazione del rinterro



Natura del suolo	Angolo di attrito (°)	Peso specifico (t/m ³)	
Residui rocciosi	40	2.0	Selezionare
Tout venant	35	1.9	Selezionare
Sabbie limose	30	2.0	Selezionare
Argille	25	1.9	Selezionare
Valori selezionati:	30	2	

Inserire direttamente i valori desiderati nelle caselle gialle, o cliccare sui bottoni corrispondenti per utilizzare i valori predefiniti

Livello del suolo

Rinterro

Tubo + acqua

Altezza di rinterro (m) Hc = 1

Diametro esterno (mm)

Coefficiente di sicurezza Cs = 1.5

Pressione di calcolo pari alla pressione di collaudo = 25 bar

Risultati:

Tipo di raccordo

Curva isolata Curve successive Tl Riduzione Piatto di chiusura o saracinesca Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) · 1/4:

Gamma del tubo:

Tipo di rivestimento:

Tipo di spinta:

Diametro nominale (mm):

Pressione (bar):

PFA (bar):

Spinta idraulica

P1 =

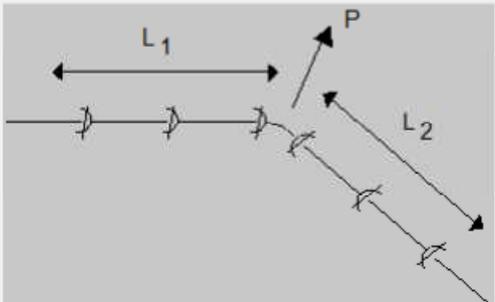
Massa del terreno (t/m):

Forza di attrito (t/m):

Lunghezza antisfilamento (m)

L1 =

L2 =



Tipo di raccordo


 Curva isolata


 Curve successive


 Tj


 Riduzione


 Piatto di chiusura o saracinesca


 Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) · 1/8	45	Tipo di spinta	orizzontale
Gamma del tubo:	UNIVERSAL Ve	Diametro nominale (mm)	400
Tipo di rivestimento	Rapido	Pressione (bar)	25 STP
PFA (bar) 35		C40	

Spinta idraulica

P1 =

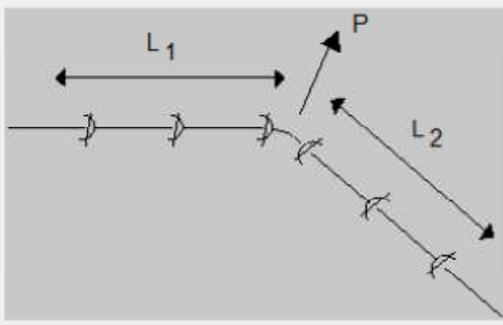
Massa del terreno (t/m)

Forza di attrito (t/m)

Lunghezza antisfilamento (m)

L1 =

L2 =



Tipo di raccordo


 Curva isolata


 Curve successive


 Tj


 Riduzione


 Piatto di chiusura o saracinesca


 Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) - 1/16	22,5	Tipo di spinta	orizzontale
Gamma del tubo:	UNIVERSAL Ve	Diametro nominale (mm)	400
Tipo di rivestimento	Rapido	Pressione (bar)	25 STP
PFA (bar) 35		C40	

Spinta idraulica

P1 = 14,373

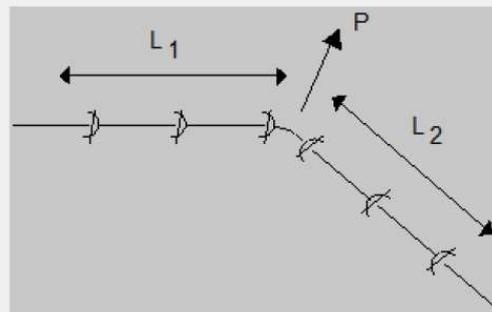
Lunghezza antisfilamento (m)

L1 = 20,122

L2 = 20,122

Massa del terreno (t/m) 0,572

Forza di attrito (t/m) 0,751



Tipo di raccordo

Curva isolata
 Curve successive
 Ti
 Riduzione
 Piatto di chiusura o saracinesca
 Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) - 1/32:
 Tipo di spinta:

Gamma del tubo:
 Diametro nominale (mm):

Tipo di rivestimento:
 Pressione (bar):

PFA (bar):

Spinta idraulica

P1 =

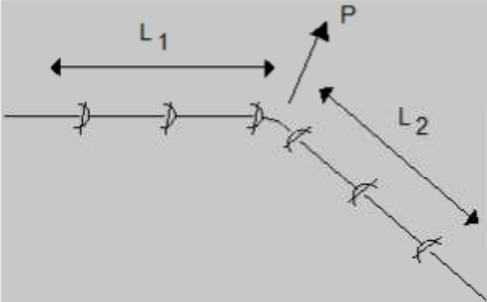
Lunghezza antistafilamento (m)

L1 =

L2 =

Massa del terreno (t/m):

Forza di attrito (t/m):



Pressione di calcolo pari alla pressione di collaudo = 35 bar

Risultati:

Tipo di raccordo

Curva isolata Curve successive Ti Riduzione Piatto di chiusura o saracinesca Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) - 1/4:

Gamma del tubo:

Tipo di rivestimento:

Tipo di spinta:

Diametro nominale (mm):

Pressione (bar):

PFA (bar):

Spinta idraulica

$P1 =$

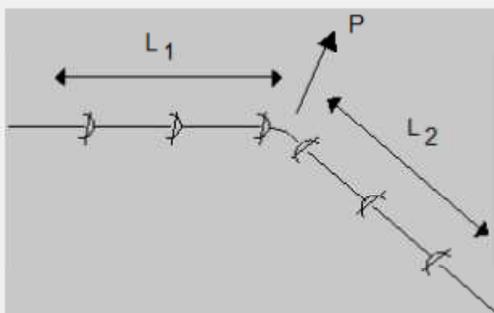
Massa del terreno (t/m):

Forza di attrito (t/m):

Lunghezza antisfilamento (m)

$L1 =$

$L2 =$



Tipo di raccordo


 Curva isolata


 Curve successive


 T


 Riduzione


 Piatto di chiusura o saracinesca


 Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) - 1/8:

Gamma del tubo:

Tipo di rivestimento:

Tipo di spinta:

Diametro nominale (mm):

Pressione (bar):

PFA (bar):

Spinta idraulica

P1 =

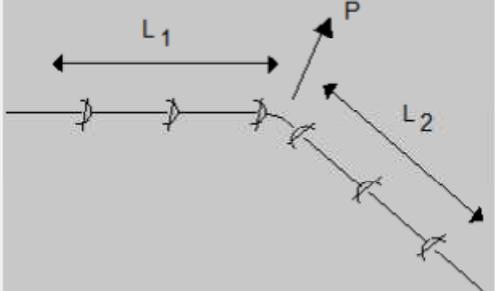
Massa del terreno (t/m):

Forza di attrito (t/m):

Lunghezza antisfilamento (m)

L1 =

L2 =



Tipo di raccordo



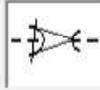
Curva isolata



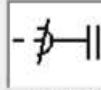
Curve successive



Tj



Riduzione



Piatto di chiusura o saracinesca



Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva [°] - 1/16

Gamma del tubo:

Tipo di rivestimento

Tipo di spinta

Diametro nominale (mm)

Pressione (bar)

PFA (bar)

Spinta idraulica

P1 =

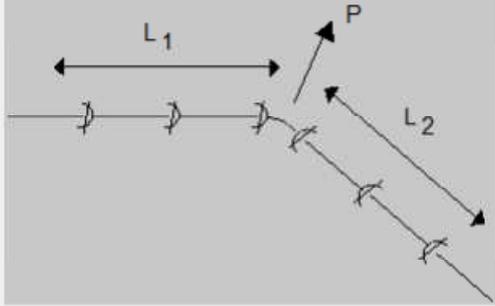
Massa del terreno (t/m)

Forza di attrito (t/m)

Lunghezza antisfilamento (m)

L1 =

L2 =



Tipo di raccordo

Curva isolata
 Curve successive
 Tl
 Riduzione
 Piatto di chiusura o saracinesca
 Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) · 1/32:
 Tipo di spinta:

Gamma del tubo:
 Diametro nominale (mm):

Tipo di rivestimento:
 Pressione (bar):

PFA (bar):

Spinta idraulica

P1 =

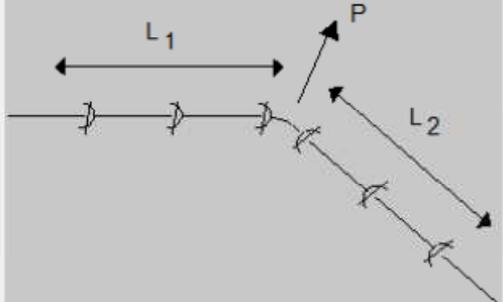
Massa del terreno (t/m)

Forza di attrito (t/m)

Lunghezza antisfilamento (m)

L1 =

L2 =



Pressione di calcolo pari alla pressione di collaudo = 45 bar

Risultati:

Tipo di raccordo

Curva isolata Curve successive Ti Riduzione Piatto di chiusura o saracinesca Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) - 1/4: 90

Gamma del tubo: ALPINAL Ve

Tipo di rivestimento: Rapido

Tipo di spinta: orizzontale

Diametro nominale (mm): 400

Pressione (bar): 45 STP

PFA (bar): 63 C64

Spinta idraulica

$P1 = 93,770$

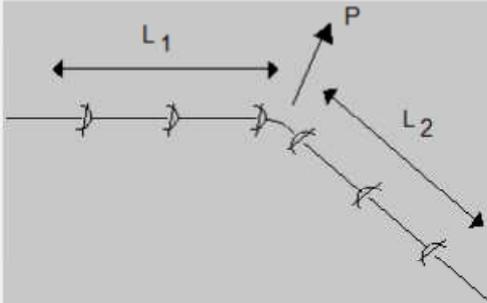
Lunghezza antisfilamento (m)

$L1 = 104,048$

$L2 = 104,048$

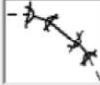
Massa del terreno (t/m): 0,572

Forza di attrito (t/m): 0,751

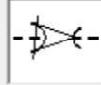


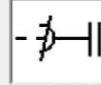
Tipo di raccordo

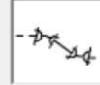

 Curva isolata


 Curve successive


 Tj


 Riduzione


 Piatto di chiusura o saracinesca


 Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) - 1/8 45

Gamma del tubo: ALPINAL Ve

Tipo di rivestimento Rapido

Tipo di spinta orizzontale

Diametro nominale (mm) 400

Pressione (bar) 45 STP

PFA (bar) 63 C64

Spinta idraulica

P1 =

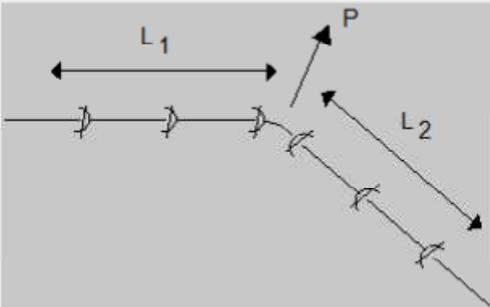
Massa del terreno (t/m)

Forza di attrito (t/m)

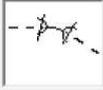
Lunghezza antisfilamento (m)

L1 =

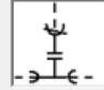
L2 =

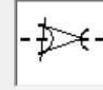


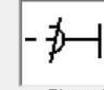
Tipo di raccordo

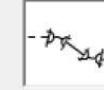

 Curva isolata


 Curve successive


 Tj


 Riduzione

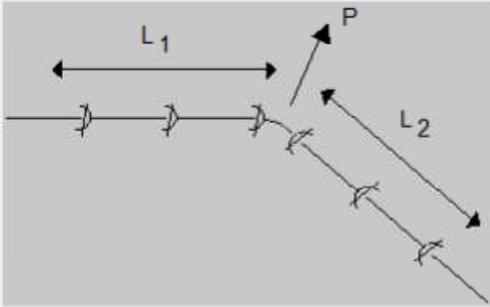

 Piatto di chiusura o saracinesca


 Baionetta

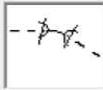
(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

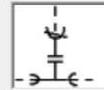
Angolo della curva (°) · 1/16	22,5	Tipo di spinta	orizzontale
Gamma del tubo:	ALPINAL Ve	Diametro nominale (mm)	400
Tipo di rivestimento	Rapido	Pressione (bar)	45 STP
PFA (bar)		63	C64

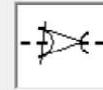
<p>Spinta idraulica</p> <p>P1 = <input style="width: 50px;" type="text" value="25,871"/></p>	<p>Massa del terreno (t/m) <input style="width: 50px;" type="text" value="0,572"/></p> <p>Forza di attrito (t/m) <input style="width: 50px;" type="text" value="0,751"/></p>
<p>Lunghezza antisfilamento (m)</p> <p>L1 = <input style="width: 50px;" type="text" value="36,219"/></p> <p>L2 = <input style="width: 50px;" type="text" value="36,219"/></p>	 <p>The diagram shows a pipe with a curve. A horizontal section of length L1 is followed by a curved section of length L2. A force vector P is shown acting on the pipe at the start of the curve.</p>

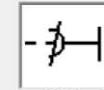
Tipo di raccordo

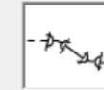

 Curva isolata


 Curve successive


 Tj


 Riduzione


 Piatto di chiusura o saracinesca


 Baionetta

(Cliccare sul tipo di raccordo desiderato)

Curva isolata

Angolo della curva (°) - 1/32

Gamma del tubo:

Tipo di rivestimento

Tipo di spinta

Diametro nominale (mm)

Pressione (bar)

PFA (bar)

Spinta idraulica

P1 =

Lunghezza antisfilamento (m)

L1 =

L2 =

Massa del terreno (t/m)

Forza di attrito (t/m)

