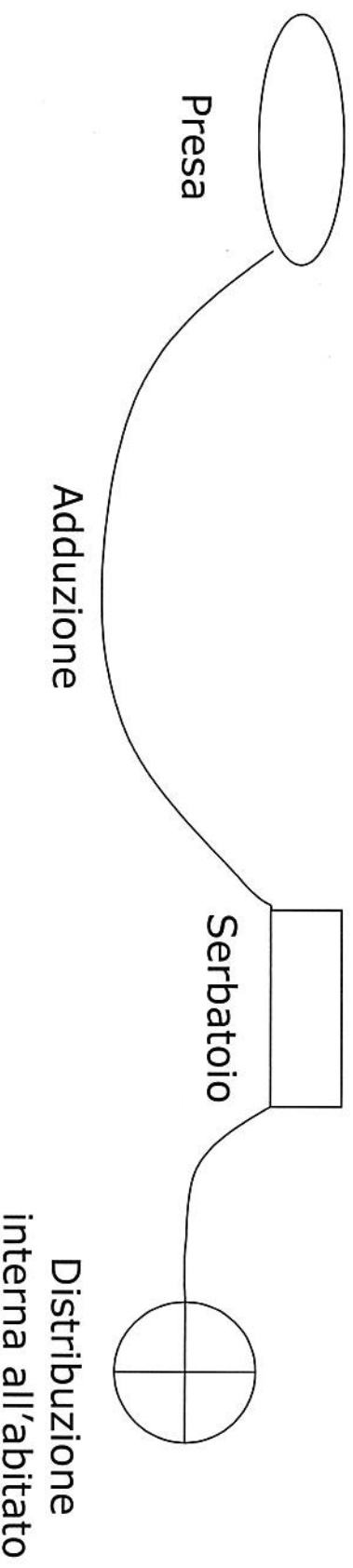
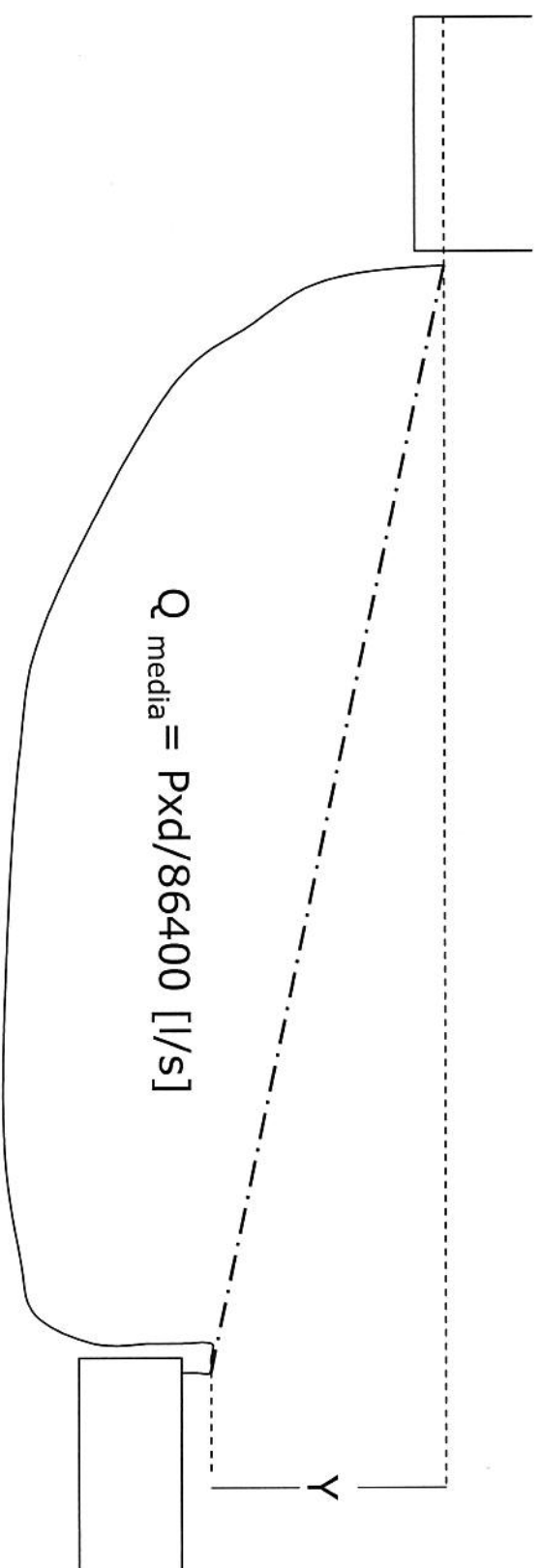


Dimensionamento di un ADDUTTORE

L'adduttore è una parte fondamentale dello schema acquedottistico, che nella legislazione definito come **impianto di trasporto**: si intende il complesso delle opere occorrenti per convogliare le acque dagli impianti di attingimento agli impianti di distribuzione.
(supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 48 del 21/02/77)



Il dimensionamento dell'adduttore si basa sulla conoscenza della portata media del giorno di massimo consumo, da convogliare al serbatoio, delle quote piezometriche dei punti di presa e del serbatoio, del materiale da adottare e del suo indice di scabrezza.



La quota piezometrica di monte deve riferirsi alle condizioni più critiche, ovvero di scarsità della risorsa nel serbatoio di monte, la quota piezometrica a valle è quella del punto più alto della tubazione di arrivo al serbatoio.

Il carico disponibile è Y e la retta tratteggiata rappresenta la piezometrica teorica.

Il dimensionamento dell'adduttore può farsi con riferimento alle formule pratiche presenti in letteratura, il cui coefficiente di scabrezza è ampiamente tabellato.

Si parte dalla formula di Chézy (formulata però per canali a superficie libera) e si arriva alla formula pratica di Darcy.

$$J = \frac{v^2}{\chi^2 R} = \frac{Q^2}{\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)^2 \chi^2 \frac{D}{4}} = \frac{\beta}{D^5} Q^2$$

χ è il coefficiente di scabrezza che ha la dimensione della radice dell'accelerazione.

Il coefficiente di scabrezza b si può esprimere in funzione di diversi indici di scabrezza, a seconda di diversi studiosi che ne hanno fornito la classificazione. Le formule pratiche valgono sino a diametri del F 500 e per moto assolutamente turbolento. La formula di Hazen-Williams, comune alla tradizione anglosassone, è valida sino a F 1800

$$\beta_{Darcy} = 0.00164 + \frac{0.000042}{D}$$

$$\beta_{Bazin} = 0.000857 + \left(1 + \frac{2\gamma}{\sqrt{D}}\right)^2 \quad \gamma \left[\sqrt{m} \right]$$

$$\beta_{Kutter} = 0.000648 + \left(1 + \frac{2m}{\sqrt{D}}\right)^2 \quad m \left[\sqrt{m} \right]$$

$$\beta_{Gaukler-Strickler} = \frac{10.3}{k_s^2 D^{1/3}} \quad k_s \left[\sqrt[3]{m} / s \right]$$

$$J_{Hazen-Williams} = \frac{10.675 * Q^{1.852}}{c^{1.852} D^{4.8704}}$$

Tabella sintetica

Tubazione	ϵ mm	Bazin γ m ^{1/2}	Kutter m m ^{1/2}	Strickler k m ^{1/3} · s ⁻¹
Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox	0 - 0,02	-	-	-
Tubi nuovi Gres, Ghisa rivestita, Acciaio	0,05 - 0,15	< 0,06	< 0,12	120 - 100
Tubi in Cemento ordinario, tubi con lievi incrostazioni	0,10 - 0,4	0,10	0,12	105 - 85
Tubi con incrostazioni e depositi	0,6 - 0,8	0,18	0,25	80 - 90

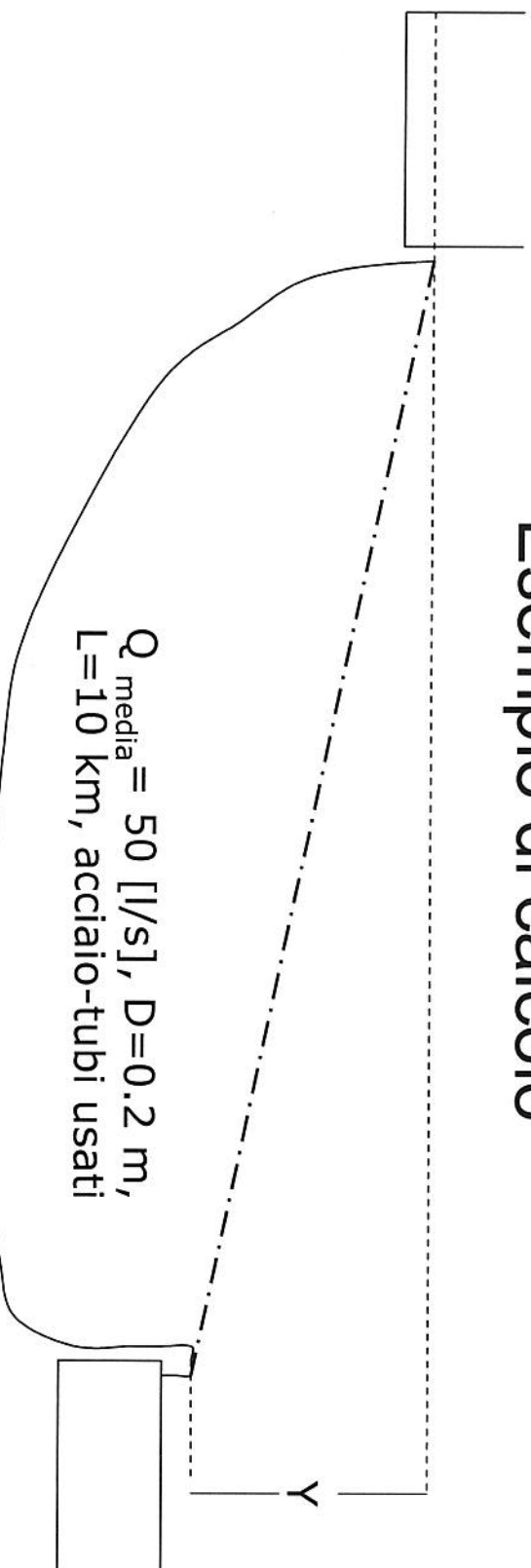
Tabella dettagliata

Tubazione	ϵ mm	Bazin γ m ^{1/2}	Kutter m m ^{1/2}	Strickler k m ^{1/3} · s ⁻¹
1 - Tubazione tecnicamente lisce (vetro, ottone, rame, trafilato, vetroresina, materiali plastici) (a seconda delle condizioni di servizio)	0 - 0,02			
2 - Tubazione d'acciaio				
a - Nuove				
Grezze non saldate	0,03 - 0,06			130 - 115
Grezze saldate (produzione di serie)	0,03 - 0,08			130 - 110
Nuove con rivestimenti degradabili nel tempo:				
- verniciati per centrifugazione	0,02 - 0,05			140 - 120
- bitumati per immersione	0,10 - 0,15	≤ 0,06	≤ 0,12	100
- con asfalto o catrame applicati a mano	0,5 - 0,6	0,16	0,20 - 0,25	85 - 80

Tabella sintetica

Tubazione	ϵ mm	Bazin γ m ^{1/2}	Kutter m m ^{1/2}	Strickler k m ^{1/3} · s ⁻¹
b - In servizio, grezze o con rivestimenti degradabili: - con leggera ruggine - con tuberculizzazione diffusa	0,6 - 0,8	0,18	0,25	80 - 90
	1 - 4	0,23	0,30 - 0,35	75 - 70
	c - Con trattamenti o rivestimenti non degradabili nel tempo (a seconda delle condizioni di servizio)			
- zincati	0,02 - 0,05			140 - 120
- galvanizzati	0,015 - 0,03			140 - 130
Rivestimento bituminoso a spessore	0,015 - 0,04			140 - 125
Rivestimento cementizio applicato per centrifugazione	0,05 - 0,15	< 0,06	< 0,12	120 - 100
3 - Tubazioni in ghisa				
a - Nuove				
- grezze	0,2 - 0,4	0,10	0,12	90 - 85
- rivestite internamente con bitume (rivestimento degradabile)	0,10 - 0,20	0,10	0,15	90
b - In servizio, grezze o con rivestimenti degradabili:				
- con lievi incrostazioni	0,4 - 1,0	0,16	0,20	85 - 75
- parzialmente arrugginite	1,0 - 2,0	0,23	0,30 - 0,35	75 - 70
- con forti incrostazioni	3 - 5	0,36	0,4	65
c - Con rivestimenti non degradabili nel tempo				
- cemento applicato per centrifugazione	0,05 - 0,15	< 0,06	< 0,12	120 - 100
4 - Tubazioni in cemento				
cemento amianto (nuovi)				
in servizio	0,03	< 0,06	< 0,12	130 - 105
cemento armato con intonaco perfettamente liscio, nuove	0,10 - 0,4	0,10	0,12	105 - 85
come sopra, in servizio da più anni	0,10 - 0,15	0,06	0,12	100
gallerie con intonaco di cemento, a seconda del grado di finitura e delle condizioni di servizio	1 - 3	0,23	0,30 - 0,35	75 - 70
	1 - 10	0,23 - 0,36	0,30 - 0,45	70 - 60

Esempio di calcolo



$$\beta_{\text{Darcy}} = 0.0018 \Rightarrow Y = 140.6 \text{ m.}$$

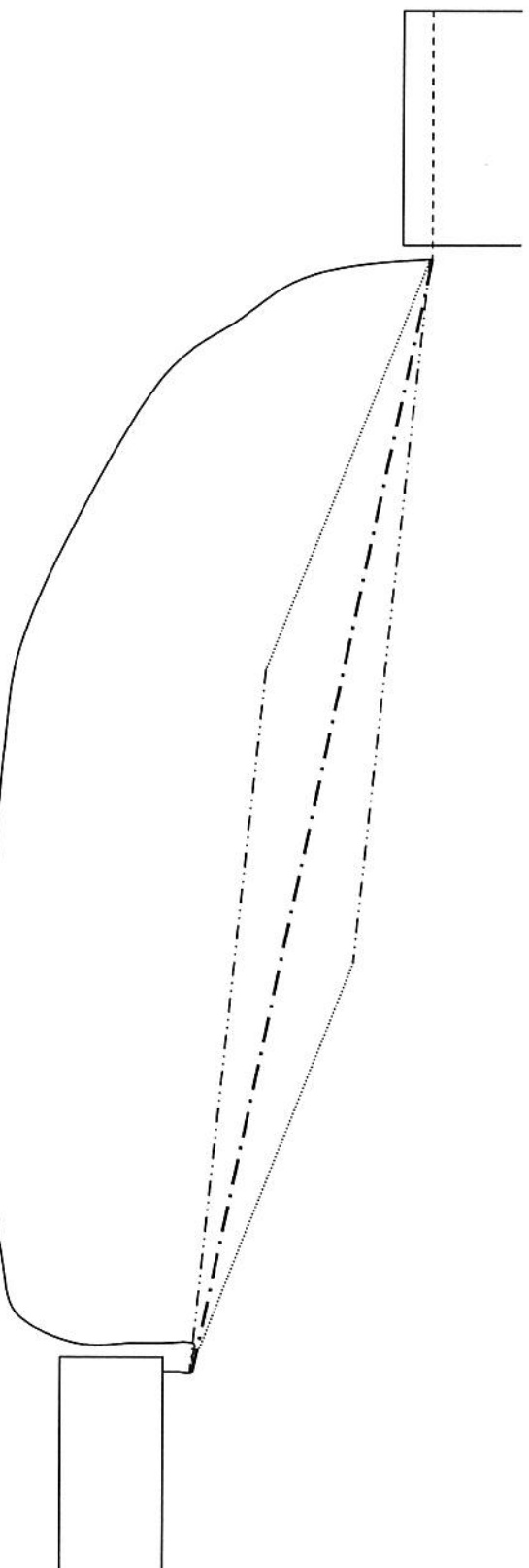
$$\beta_{\text{Bazin}} = 0.0019 \Rightarrow Y = 148 \text{ m.}$$

$$\beta_{\text{Kutter}} = 0.0029 \Rightarrow Y = 226,5 \text{ m.}$$

$$\beta_{\text{Gaukler-Strickler}} = 0.00243 \Rightarrow Y = 189,8 \text{ m.}$$

$$Y = J_{\text{Hazen-Williams}} * L = 148,75 \text{ m.}$$

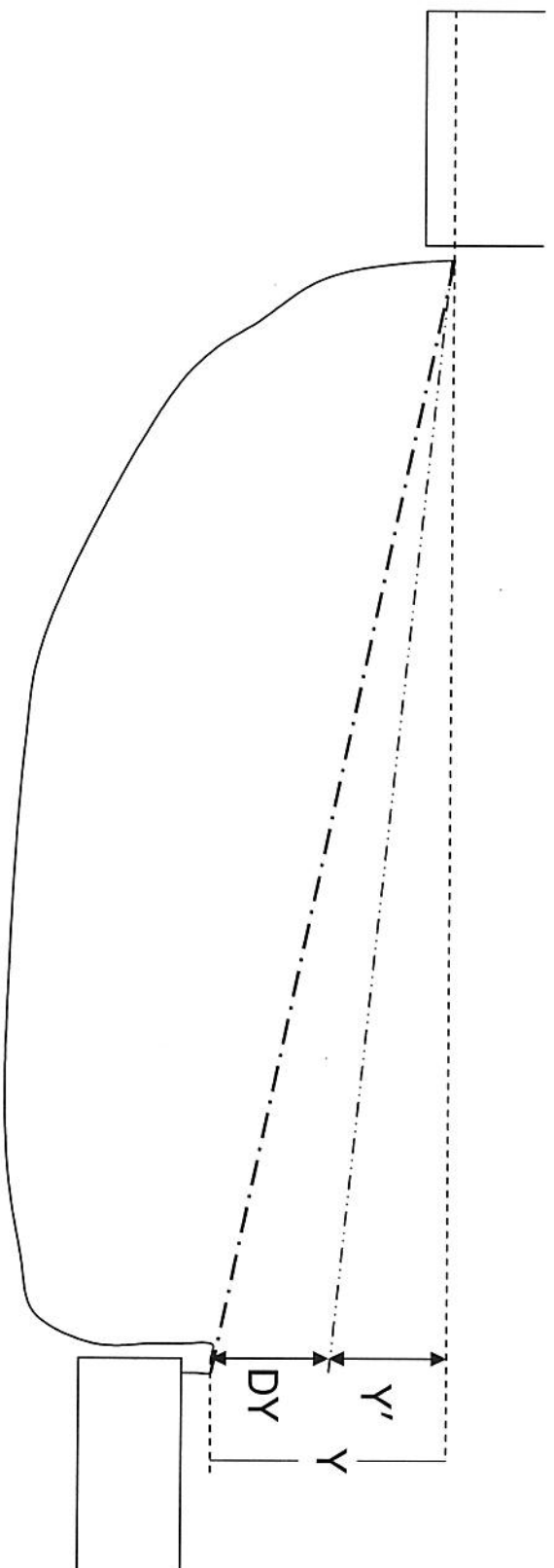
Scelta dei diametri



Il diametro teorico nella maggior parte dei casi non è commerciale.

Se la condotta è **molto lunga** si scelgono due diametri commerciali immediatamente più piccolo e più grande rispetto a quello teorico. La scelta sulla loro disposizione varia di caso in caso.

Tuttavia, è opportuno mantenere la piezometrica sufficientemente alta per eventuali future derivazioni. Inoltre, per quanto l'adozione del diametro minore, seguito dal maggiore, dia una piezometrica più bassa, questo non porta alla riduzione dello spessore della tubazione, poiché deve comunque essere commisurato alla pressione massima di esercizio (oltre alle sollecitazioni esterne ed al colpo d'ariete).

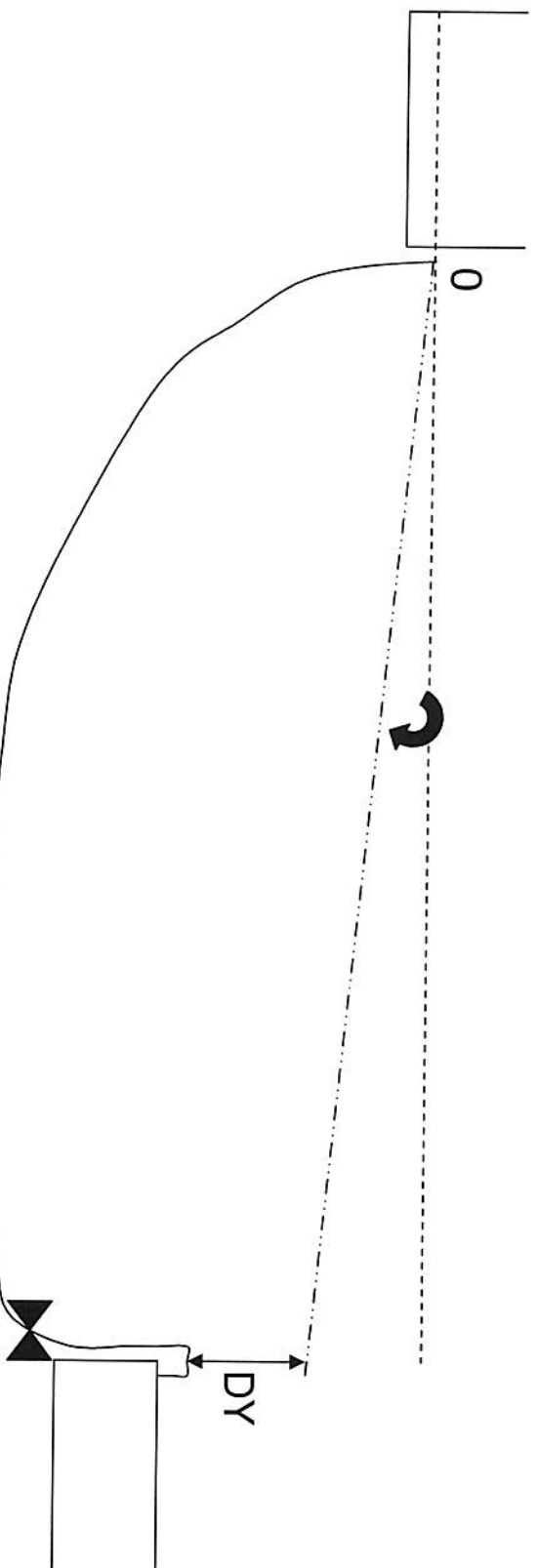


Nel caso di condotta **non** molto lunga, è preferibile non adottare diametri differenti, ma un unico diametro, quello commerciale immediatamente superiore a quello teorico.

In Questo caso, la piezometrica si manterrà più alta di quella teorica e sarà possibile dissipare il carico in eccesso DY con una valvola regolatrice.

D'altronde, la valvola di regolazione serve comunque, anche nell'ipotesi d'aver adottato il diametro teorico, poiché i calcoli di dimensionamento si fanno in riferimento al materiale "vecchio", mentre al principio del funzionamento la scabrezza dei tubi è inferiore a quella adottata. Per questo motivo vi è comunque un carico da dissipare, che si riduce negli anni.

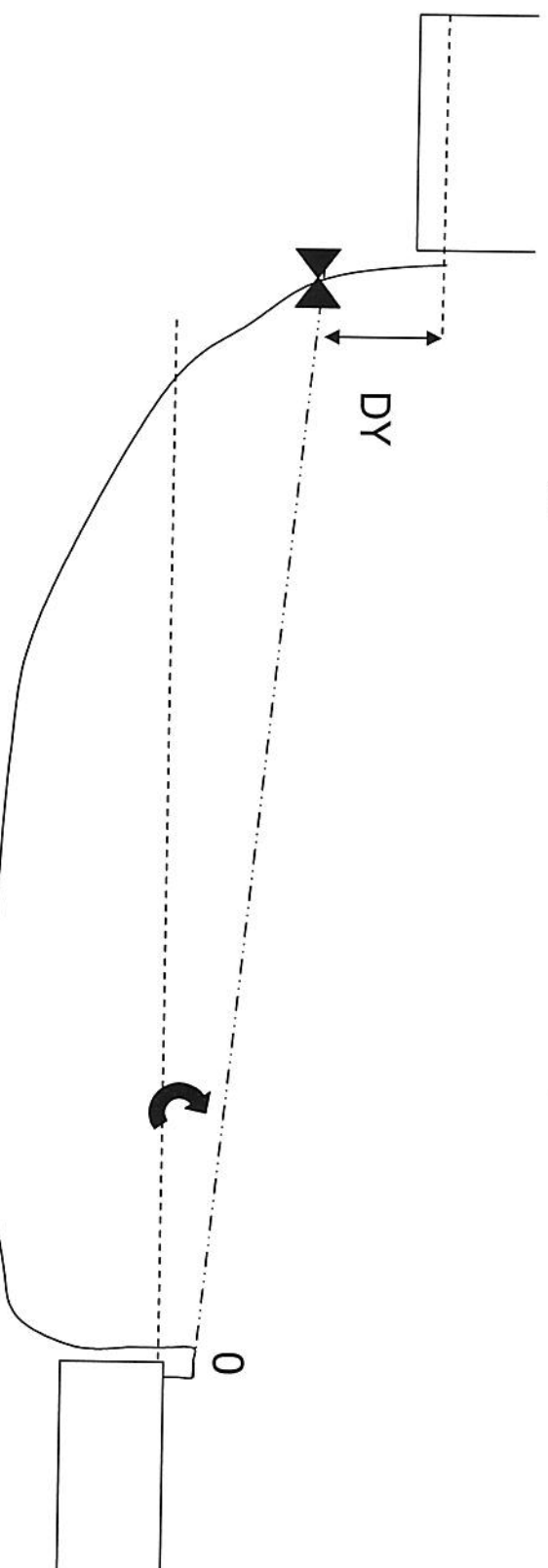
Regolazione da valle



Il regolamento attraverso valvole può avvenire da monte o da valle.

Il regolamento da **valle** è caratterizzato, in caso di chiusura completa della valvola, dall'avere lungo l'adduttore carico massimo e pari all'idrostatica di monte. Quando la condotta viene aperta, la piezometrica ruota attorno al punto "0" sino a portarsi verso la piezometrica ipotizzata.

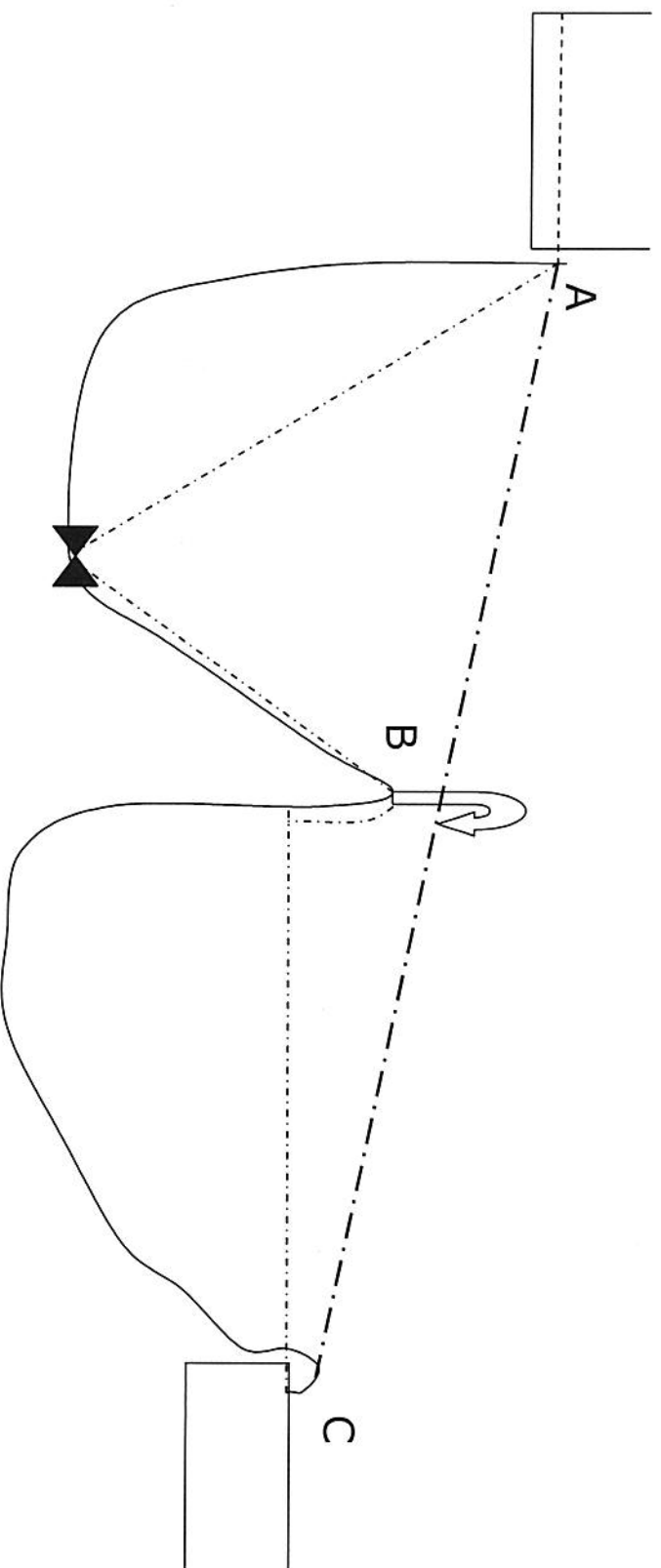
Regolazione da monte



Il regolamento da **monte** è caratterizzato, in caso di chiusura completa della valvola, dall'avere lungo la maggior parte dell'adduttore il carico massimo pari all'idrostatica di valle, mentre un tratto consistente è vuoto. Quando la condotta viene aperta, la piezometrica ruota attorno al punto "0", ma l'acqua scendendo da monte spingere un fronte d'onda considerevole, origine di perturbazioni e sovrappressioni.

Questo tipo di regolazione deve sempre essere affiancata da idoneo dimensionamento degli sfiati in linea.

Casi particolari



Il funzionamento a regime di questa condotta non presenta particolarità, tranne che in caso di apertura dello scarico e, di conseguenza, dello sfiato automatico, la piezometrica ruota attorno ai punti A, B, C.

Seguibilità sistema

Parametri caratteristici dell'abitazione

$$Q = \frac{P \cdot D}{85000}$$

Q = portata acqua del gruppo di macchine conduttore

P = popolazione

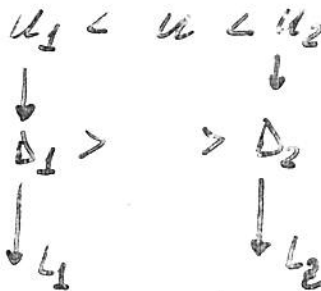
D = determinazione volume l/cb.g.

$$Y = \mu Q^2 \cdot L$$

$$\mu = \frac{P \cdot D}{85000}$$

Y = a calcolata con la resistenza relativa ai tubi usati.

Diametri commerciali



$$L_1 = \frac{u_2 - u}{u_2 \cdot u} L$$

$$L_2 = \frac{u - u_1}{u_1 \cdot u} L$$

Δ_1 maggiore prima: per evitare di tagliare le condotte

Δ_2 minore prima per diminuire le perdite:
 Costo $C = f(\Delta)$; spesa $S = f(P, L)$;
 Dipiccoli in tratti di pignone

Costo della manutenzione e dei vari = inteso con valore dissipativo

Spese di gestione della popolazione = i tratti più bassi nel sistema

Proporzionamento dell'addebitura

grandi diametri $0.40 \div 0.50 \leq V \leq 2 \div 2.5 \text{ m/s}$

piccoli diametri $0.40 \div 0.50 \leq V \leq 1 \div 1.50 \text{ m/s}$

evitare velocità troppo basse: accumulo di sedimenti
e di corrosivi.



• Grandi acquedotti con distribuzione dell'addebitura in più punti:

• Sistema di economie:

$$S_i = \frac{L_i \sqrt{V_i}}{\sum L_i \sqrt{V_i}} \cdot V$$



• diametri consigliati (Bress)

D	{	0.10	(tubi nuovi)
		0.16	
		0.18	
		0.20	
		0.23	(tubi usati)

in funzione della idrostatica: se ci sono organi di intercettazione

in funzione della piezometrica: se non ci sono organi di intercettazione
se ci sono sfioratori liberi

Analomeno planimetrico e altimetrico

- evitare quote parametriche inferiori a 7 m
- limitare le variazioni di diametro
- evitare cambi di materiale
- inserire sfiati
- inserire scocchi
- limitare le contropendenze
- limitare i sifoni: aumentare le pendenze
- evitare terreni franosi, acquitrinosi, argillosi
- evitare colture ad alto valore e i boschi
- presenza di gallerie solo su franchi assoluti
- limitare gli attraversamenti di strade, ferrovie
e sedi d'acqua
- realizzare travetti in foglio alle strade
- quote parametriche superiori di 2 m sul
piano di campagna

Acquedotto esterno

Proporzionamento dell'edolettura

$$Q = \frac{P \cdot D}{86400}$$

Q = portata media del giorno di massimo consumo

P = popolazione

D = detenzione idrica l/cab.g.

$$Y = u Q^2 \cdot L$$

$$u = \frac{\beta}{\Delta s}$$

Con u calcolata con la scabrezza relativa ai tubi usati.

Diometri commerciali

$$\begin{array}{ccc} u_1 < u < u_2 & & \\ \downarrow & & \downarrow \\ \Delta_1 > & & > \Delta_2 \\ \downarrow & & \downarrow \\ L_1 & & L_2 \end{array}$$

$$L_1 = \frac{u - u_2}{u_1 - u_2} L$$

$$L_2 = \frac{u_3 - u}{u_1 - u_2} L$$

posa $\left\{ \begin{array}{l} \Delta_1 \text{ maggiore prima: fu evitare di tagliare le condotte} \\ \Delta_2 \text{ minore prima: fu di diminuire le pressioni} \end{array} \right.$
Costo $C = f(\Delta)$; spreco $S = f(P \cdot D)$;
Dipiccoli in tratti di P: grande

Verifica della piezometrica a tubi manici = intersecati con valore dissipativa.

Quota di potenza della piezometrica = il tirante più basso nel serbatoio

Prozionamento dell'adobutrice

grandi diametri $0.40 \div 0.50 \leq V \leq 2 \div 2.5 \text{ m/s}$

piccoli diametri $0.40 \div 0.50 \leq V \leq 1 \div 1.60 \text{ m/s}$

evitare velocit  troppo basse: aumento de temperatura
vi sono depositi



• Grandi acquedotti con distribuzione dell'adobutrice in pi  punti:

- Criterio di economia:

$$d_i = \frac{L_i \sqrt[3]{Q_i}}{\sum_{i=1}^n L_i \sqrt[3]{Q_i}} \cdot V$$



> calcolare secondo Bazin

d $\left\{ \begin{array}{l} 0.10 \\ 0.16 \\ 0.18 \\ 0.20 \\ 0.23 \end{array} \right.$ (tubi nuovi)
(tubi usati)

Spesso:

in funzione della idrostatica: se ci sono organi di intersezione

in funzione della piezometrica: se non ci sono organi di intersezione
: se ci sono sfiaci liberi

Analomeno planimetrico e altimetrico

- evitare quote piezometriche inferiori a 5 m
- limitare le variazioni di diametro
- evitare cambi di materiale
- inserire sfiati
- inserire scovichi
- limitare le contropendenze
- limitare i sifoni: aumentare le pendenze
- evitare terreni franosi, acquitrinosi, argillosi
- evitare colture ad alto reddito e i boschi
- presenza di gallerie solo su franchi assoluti
- limitare gli attraversamenti di strade, ferrovie
e corsi d'acqua
- realizzare trincee in fregio alle strade
- quote piezometriche minime di 2 m sul
piano di campagna

Pose in opera

- In cunicolo :
- in prossimità di manufatti (opere di presa, robotici, impianti di sollevamento, organi di regolazione)
 - protezione contro la corrosione fu assorbitore
 - accessibilità

in galleria

in casi eccezionali fu riferire ostacoli naturali.

dimensioni della galleria } riferite alla spinta della terra,
alla accessibilità
alle dimensioni della tubazione

in fossa

il sistema più diffuso

larghezza $l = \text{diametro esterno del bicchiere} + 35:40 \text{ cm}$

altezza $\left\{ \begin{array}{l} \sim 2.00 \text{ m} \text{ in compagna} \\ \sim 1.50 \text{ m} \text{ in centro urbano} \end{array} \right\} \text{min } 1.20 \text{ m}$
della generatrice superiore

H.B. se lo scavo è in acqua: questa deve essere drenata

