

Esercitazione n°3

Dimensionamento dell'acquedotto esterno unicursale

L'acquedotto, il cui profilo altimetrico è rappresentato schematicamente in figura 1, è alimentato da una sorgente e deve alimentare a sua volta un serbatoio con un unico sifone. Trovare i diametri commerciali dei tubi di acciaio, ubicare la valvola regolatrice di carico da usare a tubi nuovi e calcolare la perdita di carico che deve produrre.

Dati	
Quota della presa dell'acquedotto dalla sorgente [m s.m.]	370
Quota del serbatoio terminale [m s.m.]	245
Quota del punto di minimo del sifone [m s.m.]	200
Portata di progetto [m ³ /s]	0,065
Coefficiente di scabrezza di Manning (n), a tubi nuovi [m ^{-1/3} s]	0,010
Coefficiente di scabrezza di Manning (n), a tubi usati [m ^{-1/3} s]	0,016
Distanza tra la sorgente e il punto di minimo del sifone [m]	3000
Distanza tra il punto di minimo del sifone e il serbatoio [m]	5000

Tabella 1: Dati

Procedimento

Nota la portata di progetto e il profilo altimetrico occorre anzitutto determinare il diametro teorico della tubazione necessario per alimentare il serbatoio mediante il calcolo delle perdite di carico a tubi usati (situazione nel tempo più gravosa). Per il calcolo delle perdite di carico si adoperi la formula di Chezy:

$$Q = \Omega \chi \sqrt{RJ} \quad (1)$$

dove Ω è l'area della sezione bagnata, R il raggio idraulico della sezione (dato dal rapporto fra l'area e il contorno bagnato della sezione $R = \frac{\Omega}{C}$), J la pendenza piezometrica e χ è il parametro di resistenza di Chezy. Si utilizzi per quest'ultimo l'espressione di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (2)$$

avendo indicato con n l'indice di scabrezza di Manning.

Sostituendo χ nella (1) secondo la (2) si ricava:

$$Q = \frac{4\pi}{n} R^{8/3} J^{1/2} \quad (3)$$

Esplicitando R dalla (3) si ottiene:

$$R = \left(\frac{nQ}{4\pi J^{1/2}} \right)^{3/8} \quad (4)$$

Nell'ipotesi che la tubazione abbia un diametro costante e che quindi sia costante la pendenza piezometrica, pari a:

$$J = \frac{\Delta h}{L} \quad (5)$$

dove Δh è il dislivello tra sorgente e serbatoio e L è la lunghezza della tubazione, si determina tramite la (4), con il coefficiente di Manning a tubi usati, il raggio idraulico e quindi il diametro teorico D_t della tubazione: $D_t = 4R$.

Il diametro che si ottiene, in generale non è in commercio, occorre quindi spezzare la tubazione in due tratti, di lunghezze L_1 e L_2 incognite, con due diametri commerciali D_1 e D_2 immediatamente inferiori e superiori al diametro teorico calcolato. Esplicitando J dalla (3) si ottiene poi:

$$J = \frac{n^2}{16\pi^2 R^{16/3}} Q^2 = \gamma(D) Q^2 \quad (6)$$

dove si è posto:

$$\gamma(D) = \frac{n^2}{16\pi^2 R^{16/3}} \quad (7)$$

da cui si ricavano le pendenze piezometriche J_1 e J_2 nei due tratti, sempre con il coefficiente di Manning a tubi usati:

$$J_1 = \gamma(D_1) Q^2 \quad J_2 = \gamma(D_2) Q^2$$

Poiché la perdita di carico totale deve essere la stessa con i diametri commerciali e con quello teorico, deve essere:

$$\Delta h = JL = J_1 L_1 + J_2 L_2 = Q^2 [\gamma(D_1) L_1 + \gamma(D_2) L_2] \quad (8)$$

D'altra parte si ha anche:

$$L = L_1 + L_2 \quad (9)$$

Per cui si ottiene:

$$L_1 = \frac{\frac{\Delta h}{Q^2} - L\gamma(D_2)}{\gamma(D_1) - \gamma(D_2)} \quad (10)$$

$$L_2 = L - L_1 \quad (11)$$

Ciò fatto si calcolano le pendenze piezometriche a tubi nuovi e si calcola il punto di intersezione dell'asse dei tubi (traslato verso l'alto di 5 metri per garantire almeno mezza atmosfera di pressione) con la nuova piezometrica; la valvola dissipatrice dei carichi potrà essere disposta da questo punto verso valle.

Se si indicano poi con J'_1 e J'_2 le pendenze piezometriche a tubi nuovi:

$$J'_1 = \gamma'(D_1) Q^2 \quad J'_2 = \gamma'(D_2) Q^2$$

la perdita di carico nella valvola regolatrice deve essere:

$$h_v = (J_1 - J'_1) L_1 + (J_2 - J'_2) L_2 \quad (12)$$

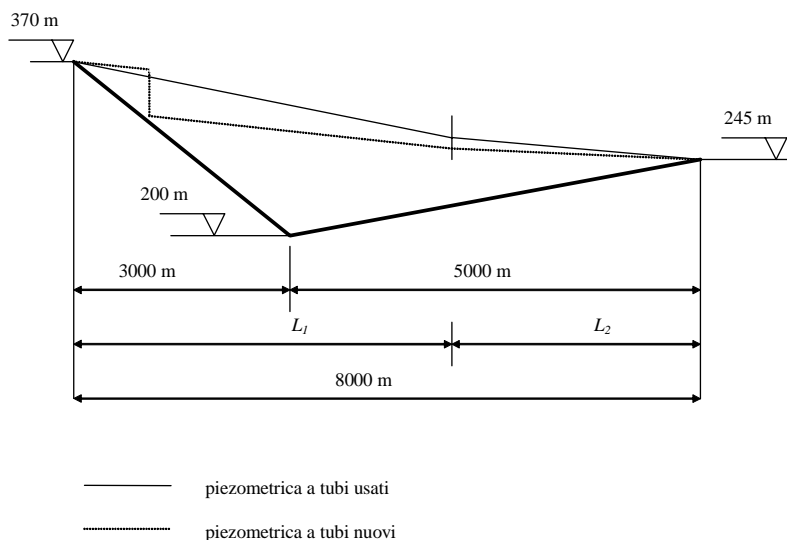


Figura 1: Profilo dell'acquedotto esterno