

Laboratorio di Idraulica Applicata

Lezione 1

- Trasporto dei fluidi
- Correnti In Pressione (CIP)
- Lunghe Condotte (LC)
- Problemi di verifica e di progetto
- Acquedotti
- Distributrice
- Progetto Zerfaliu

Trasporto dei fluidi

- Correnti a pelo libero (CPL): minori perdite di carico, grandi portate, più economiche rispetto alle CIP; problemi igienici
- Correnti in pressione (CIP): maggiori perdite di carico, portate non elevate, costose; maggiore controllo igienico

CIP

- Perdite di carico continue: cadente j

$$\Delta H_{DISTR} = jL = -\frac{\partial H}{\partial s} L = k \frac{Q^\beta}{D^n} L$$

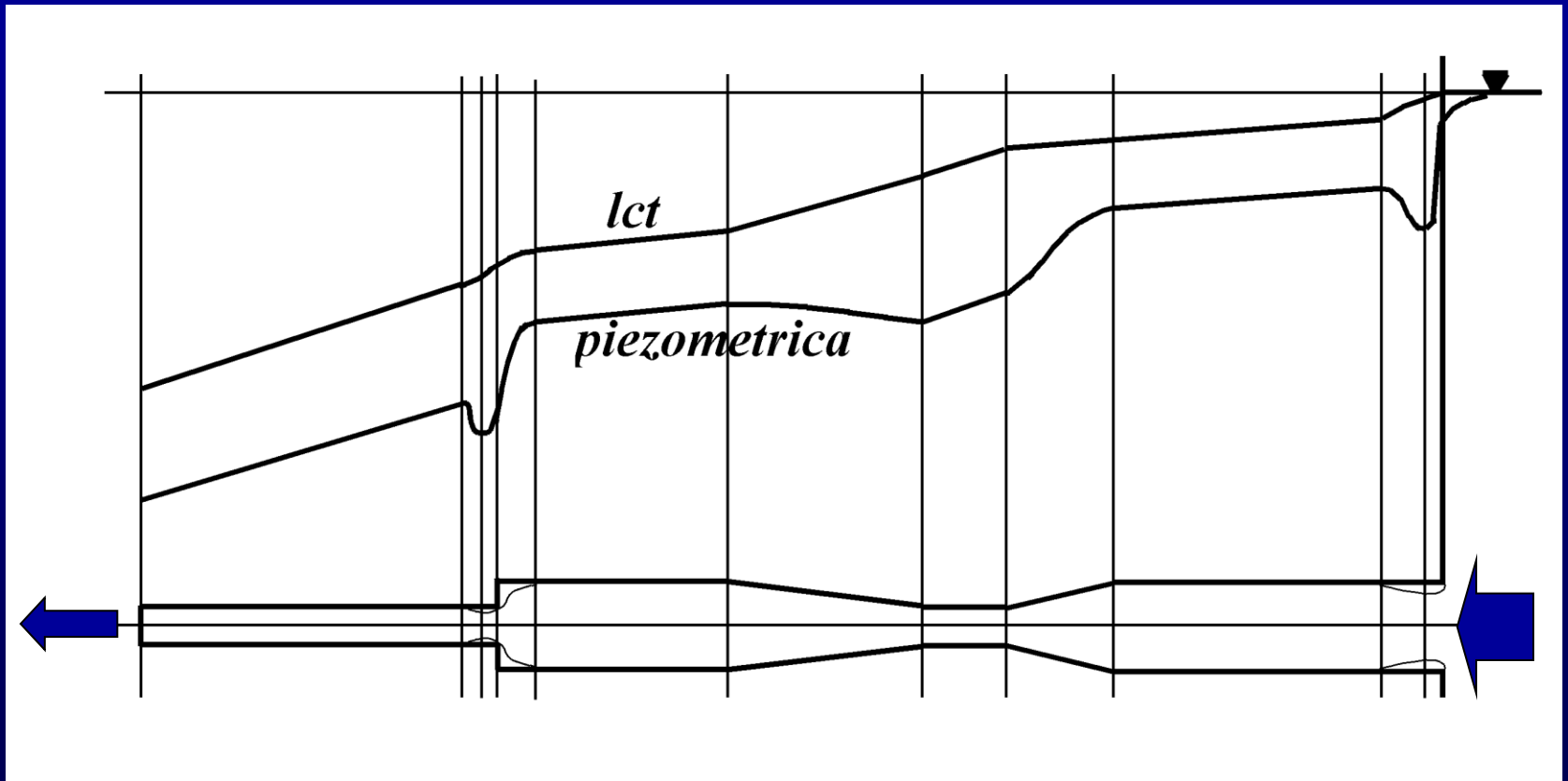
- Perdite di carico concentrate:

$$\Delta H_{CONC} = \eta \frac{U^2}{2g}$$

- Eq. impianto

$$\Delta H = \sum_{i=1}^N j_i L_i + \sum_{k=1}^M \eta_k \frac{U_k^2}{2g} - \Delta H_P$$

CIP: andamento della linea dei carichi totali e della piezometrica in un caso reale

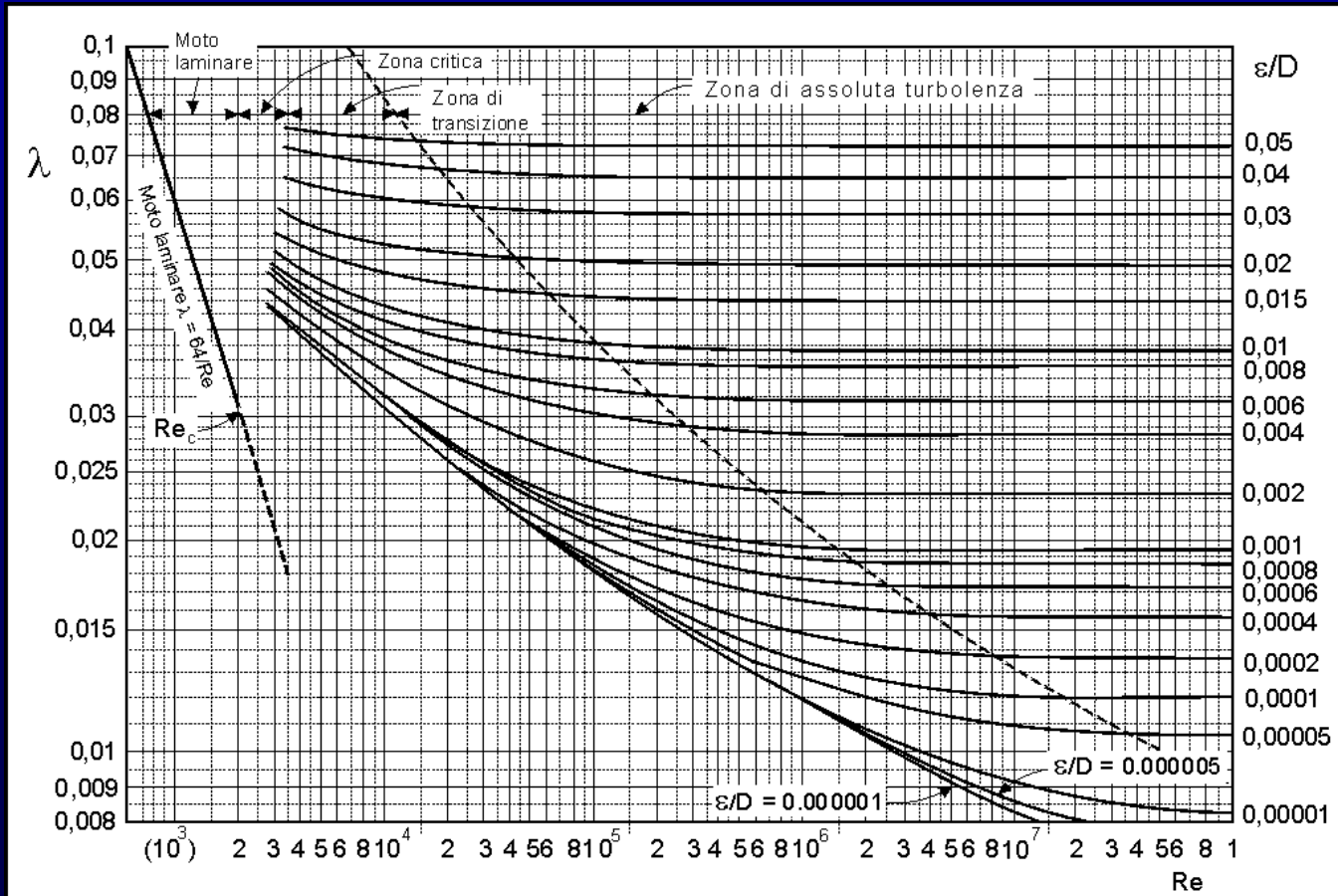


CIP: Impianti di sollevamento

- Curva caratteristica dell'impianto: $\Delta H = H_{geod} + kQ^2$
- Curva caratteristica della pompa: $W = \frac{\gamma Q \Delta H}{\eta}$
- Cavitazione e massima portata erogabile

LC

- Ipotesi delle lunghe condotte
- Validità delle ipotesi delle lunghe condotte



Verifica...

- Note le dimensioni dell'impianto, incognite le L portate e gli N carichi ai nodi.
- Sistema di L eq. alle maglie e N eq. di continuità

...e progetto

- Note le portate, le lunghezze ed i coefficienti di scabrezza delle condotte, i carichi di partenza e arrivo (quota terreno+altezza fabbricato più alto+franco+stima pdcc), incogniti gli L diametri e le N quote piezometriche dei nodi interni.
- Note le portate \Rightarrow le equazioni di continuità si riducono a relazioni tra i dati del problema e non contengono alcuna delle incognite: il sistema è costituito dalle sole L equazioni di moto nelle $L+N$ incognite ed è quindi indeterminato.
- **Si ricerca tra le soluzioni quella economicamente più conveniente** \Rightarrow si formulano N relazioni di tipo economico contenenti le grandezze incognite: minima passività (gravità) e minimo onere (sollevamento)

Progetto delle condotte

- minima passività (gravità):

$$\sum_i \frac{r_i \cdot a_i \cdot \varepsilon_i}{n_i \cdot K_i \cdot Q_i^2} \cdot D_i^{n_i + \varepsilon_i} = \sum_j \frac{r_j \cdot a_j \cdot \varepsilon_j}{n_j \cdot K_j \cdot Q_j^2} \cdot D_j^{n_j + \varepsilon_j}$$

$$C_0 = L \cdot (a_0 + a \cdot D^\varepsilon)$$

- r = tasso d'ammortamento (somma dei tre tassi relativi all'ammortamento, alla manutenzione ed agli interessi passivi), a e ε = coeff. legati al costo unitario della condotta, n e K = coeff. idraulici;

- minimo onere (sollevamento):

$$\frac{r \cdot a \cdot \varepsilon}{n \cdot K \cdot Q^2} \cdot D^{n + \varepsilon} = \frac{9.81 \cdot Q \cdot T \cdot C_{kWh}}{\eta}$$

- T = numero di ore di funzionamento all'anno (nell'ipotesi di funzionamento a portata costante durante tutto l'anno, è pari a 8760), C_{kWh} il costo del chilowattora, η = rendimento della pompa.

Diametri teorici e commerciali

- Devo passare dal diametro ottenuto dal calcolo (teorico) a quelli disponibili in commercio (quelli immediatamente inferiori e superiori).
- J_1 la cadente della tratta a diametro D_1 , J_2 quella della tratta a diametro D_2 , L la lunghezza complessiva del lato:

$$L = L_1 + L_2 \ ;$$
$$\Delta H = J_1 \cdot L_1 + J_2 \cdot L_2 \ .$$

- Verifiche velocità (0,4÷2,0 m/s) e piezometriche (piezometrica sempre superiore di almeno 2 m alla quota del terreno, minimizzare le pressioni agenti)

Distribuzione

- Diramazioni (più semplice), anello, maglie (più elastica)
- Eq. del moto per una condotta che fa trasporto e distribuzione:

$$H_M - H_V = K \frac{L}{D^n} \frac{(q_M^{\alpha+1} - q_V^{\alpha+1})}{p(\alpha + 1)}$$
$$p = q_M - q_V$$

- Apro la rete e risolvo come visto prima

Calcolo delle portate

- Noti il numero di abitanti N [ab] e la dotazione unitaria d [l/ab/giorno], è immediato ricavare la portata media annua Q_a necessaria:

$$Q_a = N \cdot d / 86400 \text{ [l/s]}$$

- I consumi idrici non sono costanti durante l'anno, ma presentano oscillazioni: poiché la rete deve essere in grado di alimentare il centro durante tutto l'anno, le condotte dovranno essere dimensionate per la massima portata richiesta => **coefficienti di punta c** .
- **Adduttrice** (acquedotto esterno): Q_{media} giorno max consumo => $Q_{\text{dim}} = Q_a c_m c_g$
- **Distributrice** (acquedotto interno): Q_{media} ora max consumo => $Q_{\text{dim}} = Q_a c_m c_g c_o$

Tabella 4.1 – Coefficienti di punta mensili, giornalieri ed orari del PRGA della Sardegna.

Popolazione	< 5.000	5 – 10.000	10 – 30.000	30 – 100.000	> 100.000	Nuclei e case sparse
Coeff. C_m	1,30	1.25	1.20	1.15	1.15	1.30
Coeff. C_g	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Coeff. C_o	2.0	2.0	1.7	1.5	1.5	2.0

Tubazioni

- **Materiali:** metallici (ghisa ed acciaio), lapidei (cemento armato ordinario e cemento armato precompresso) e plastici (cloruro di polivinile, polietilene e vetroresina).
- **Scelta del tipo di tubazione** da adottare per le varie tratte: esame dei diametri necessari, della resistenza alle sollecitazioni cui i tubi sono sottoposti, delle caratteristiche dei terreni attraversati e delle acque trasportate, delle condizioni di posa, dell'esistenza di specifiche situazioni locali e, non ultimo, dei costi di fornitura, trasporto e posa in opera.
- **Pezzi speciali:** partitori, sfiati, giunti, attraversamenti, ecc.

Verifiche a funzionamento ordinario...

- Portate e velocità
- Piezometrica $> 5\text{m}$ sul piano stradale
- Max oscillazione piezometrica $< 15\text{-}20\text{ m}$
- Carico finale $>$ carico minimo in condizioni di max consumo
- Pcd $> 2\text{m}$ e carico max $< 70\text{-}80\text{ m}$ in condizioni di minimo consumo

...e straordinario

- Rottura o chiusura per manutenzione
- antincendio