

# Corso di Idraulica Ordinamento DM270 per allievi ingegneri Civili

Insegnamento da impartire nel primo semestre del terzo anno del corso di laurea di Ingegneria Civile.

**Durata:** 10 settimane; 10 ore a settimana; totale 100 ore: 62 ore di lezione e 38 di esercitazione.

**Docente:** Prof. Andrea Balzano.

**Obiettivi e contenuto schematico del corso:** conoscenza e comprensione dei fenomeni fisici che hanno luogo in un fluido in quiete o in movimento, con particolare riferimento ai casi di moto stazionario di una corrente liquida in una condotta in pressione o in un canale, rilevanti ai fini della progettazione di infrastrutture ed impianti idraulici di interesse dell'ingegnere civile. Le basi fisico-matematiche fornite dal corso consentono l'applicazione delle nozioni apprese con spirito critico e l'ampliamento autonomo delle conoscenze da parte dello studente.

**Pre-requisiti:** conoscenza delle nozioni fondamentali della Fisica, dell'Analisi I e II, dell'Algebra, della Geometria.

**Nozioni verificabili che si dovrebbero possedere dopo aver superato l'esame:** Capacità di impostazione e soluzione di problemi applicativi riguardanti l'equilibrio di fluidi in quiete (distribuzione delle pressioni, calcolo delle spinte su superfici) ed il moto stazionario di fluidi incomprimibili nelle condotte in pressione (calcoli di progetto e verifica; spinte dinamiche; misure di pressione e portata) e nelle correnti a pelo libero (calcolo di portate e profondità di moto uniforme; misure di portata; tracciamento dei profili di moto permanente).

**Esame:** l'esame consiste in una prova scritta sulla soluzione di problemi applicativi e una prova orale sulle nozioni teoriche.

**Materiale didattico:** Teoria: dispense del docente; Idraulica (Citrini-Nosedà); Meccanica dei Fluidi (Marchi-Rubatta); Idraulica (Mossa-Petrillo) Meccanica dei Fluidi (Cenedese); Meccanica dei Fluidi (Çengel-Cimbala); Dispense di Idraulica (Fassò). Esercizi: Corso di esercitazioni; Problemi di Idraulica e Meccanica dei Fluidi (Alfonsi-Orsi); Idraulica (Citrini-Nosedà); Meccanica dei Fluidi (Çengel-Cimbala) Raccolta di problemi di esame..

## PROGRAMMA DEL CORSO

- 1. Introduzione:** Schema di mezzo continuo. Definizione di fluido. Proprietà fisiche dei fluidi. (3 h)
- 2. Idrostatica:** Stato di sforzo in un punto (enunciato). Equazione indefinita dell'idrostatica. Equazione globale dell'idrostatica. Statica dei fluidi incomprimibili, isotermi e omogenei: legge di Stevin; distribuzione delle pressioni; piano dei carichi idrostatici; pressioni assolute e pressioni relative; principio di Pascal. Fluidi non miscibili sovrapposti. Aeriformi. Strumenti di misura della pressione: piezometri; manometri semplici, differenziali, metallici. Spinte su superfici piane. Spinte su superfici di forma qualunque: metodo dell'equazione globale dell'idrostatica; metodo per componenti. Spinte su corpi immersi. Cenni alla capillarità. Applicazioni. (10+9 h)
- 3. Cinematica dei fluidi:** Campi di velocità e traiettorie. Punti di vista euleriano e lagrangiano; regola di derivazione lagrangiana. Cenni all'analisi del campo di moto nell'intorno di un punto. Classificazione dei moti. Linee di corrente e linee di fumo. Flussi attraverso superfici; tubi di flusso. Teorema del trasporto (enunciato). Principio di conservazione della massa; equazioni di continuità nelle forme locale e globale. (5 h)
- 4. Equazioni fondamentali della dinamica dei fluidi:** Principi di bilancio della quantità di moto e del momento della quantità di moto. Stato di sforzo in un punto: Teorema di Cauchy; tensore degli sforzi; simmetria del tensore degli sforzi (enunciato). Equazione indefinita del moto. Legge costitutiva dei fluidi newtoniani; equazione di Navier-Stokes. Equazione globale del moto: forme generale e per un fluido viscoso. Analisi locale del moto di una particella fluida; distribuzione della quota piezometrica nel piano normale alla traiettoria; Teorema di Bernoulli; dissipazioni viscoso; schema di fluido ideale. (6 h)
- 5. Foronomia:** Efflusso da luci sotto battente. Stramazzi in parete sottile; stramazzo a larga soglia. Transitori. (3+3 h)
- 6. Analisi dimensionale:** omogeneità dimensionale; numeri puri. Teorema del Pigreco (enunciato). (1 h)
- 7. Moti irrotazionali:** vorticità, irrotazionalità e potenziale di velocità. Teorema di Lagrange (enunciato). Moti irrotazionali isocori: equazione di Laplace; Equazione di Eulero. Teorema di Bernoulli (enunciato). (1 h)
- 8. Turbolenza:** Regime laminare e regime turbolento; evidenze sperimentali; numero di Reynolds; analisi statistica della turbolenza; equazioni per le grandezze medie: forme locali e globali; sforzi turbolenti. (3 h)
- 9. Correnti fluide:** Definizione di corrente. Correnti gradualmente variate: sezioni regolari; approssimazione degli sforzi assiali; linea piezometrica. Equazione di continuità per le correnti. Potenza di una corrente in una sezione: carico totale medio della corrente. Estensione del Teorema di Bernoulli alle correnti; linea dei carichi totali; perdite di carico; cadente dei carichi totali e cadente piezometrica. Strumenti di misura della velocità e della portata: tubo di Pitot; venturimetro, diaframma, boccaglio. (4 h)
- 10. Correnti in pressione:** Moto uniforme in condotte a sezione circolare: profilo di velocità; legge logaritmica; sforzi tangenziali; sottostrato viscoso; perdite distribuite. Diagrammi di Nikuradse e di Moody. Scabrezza. Formule di Prandtl-Von Karman, di Prandtl-Nikuradse e di Colebrook. Formule pratiche: formula di Chezy.; Perdite localizzate: perdita per brusco allargamento, brusco restringimento, di imbocco e di sbocco, in curva, in

divergente. Calcolo idraulico di una condotta. Lunghe condotte: metodi di verifica e di progetto. Correnti in depressione; moto a canaletta. Equazione del moto per le correnti (euristico). Applicazioni. (12+13 h)

- 11. Macchine idrauliche:** Pompe: prevalenza totale, prevalenza manometrica, prevalenza geodetica, potenza utile e potenza assorbita; rendimento. Equazioni caratteristiche della condotta e della pompa. Calcolo della portata sollevabile; cavitazione; verifica alle depressioni massime; NPSH; portata massima sollevabile. Calcolo di progetto: passività, diametro di massimo tornaconto. Cenni alle turbine. Applicazioni. (2+4 h)
- 12. Correnti a superficie libera:** Moto uniforme: scala delle portate di moto uniforme; sezioni composite. Carico specifico. Stato critico; scala delle portate critiche, Celerità di propagazione delle piccole perturbazioni. Classificazione delle correnti a pelo libero e degli alvei. Profili di moto permanente. Cause perturbatrici e condizioni al contorno. Sezioni di controllo. Risalto idraulico. Spinta totale. Soglie di fondo; restringimento di sezione... Applicazioni. (12+9 h)