



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

|                                                  |                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIPARTIMENTO                                     | Ingegneria                                                                                                                                                                   |
| ANNO ACCADEMICO OFFERTA                          | 2021/2022                                                                                                                                                                    |
| ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE                       | 2022/2023                                                                                                                                                                    |
| CORSO DILAUREA                                   | INGEGNERIA MECCANICA                                                                                                                                                         |
| INSEGNAMENTO                                     | MECCANICA DEI FLUIDI                                                                                                                                                         |
| TIPO DI ATTIVITA'                                | C                                                                                                                                                                            |
| AMBITO                                           | 10657-Attività formative affini o integrative                                                                                                                                |
| CODICE INSEGNAMENTO                              | 04932                                                                                                                                                                        |
| SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI                 | ICAR/01                                                                                                                                                                      |
| DOCENTE RESPONSABILE                             | ARICO' COSTANZA      Professore Associato      Univ. di PALERMO                                                                                                              |
| ALTRI DOCENTI                                    |                                                                                                                                                                              |
| CFU                                              | 6                                                                                                                                                                            |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE    | 96                                                                                                                                                                           |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA | 54                                                                                                                                                                           |
| PROPEDEUTICITA'                                  |                                                                                                                                                                              |
| MUTUAZIONI                                       |                                                                                                                                                                              |
| ANNO DI CORSO                                    | 2                                                                                                                                                                            |
| PERIODO DELLE LEZIONI                            | 1° semestre                                                                                                                                                                  |
| MODALITA' DI FREQUENZA                           | Facoltativa                                                                                                                                                                  |
| TIPO DI VALUTAZIONE                              | Voto in trentesimi                                                                                                                                                           |
| ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI             | <b>ARICO' COSTANZA</b><br>Giovedì    12:00    13:30    stanza docente, Dipartimento di Ingegneria, edificio 8 Viale delle Scienze, sezione Ingegneria Idraulica, primo piano |

**DOCENTE:** Prof.ssa COSTANZA ARICO'

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PREREQUISITI</b>                      | conoscenze di analisi matematica, fisica, geometria analitica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b> | <p>Conoscenza e capacita' di comprensione<br/>Lo studente al termine del corso avra' conoscenza delle problematiche connesse alla meccanica dei fluidi, in particolare,<br/>1) al calcolo di spinte statiche e dinamiche che si esercitano su particolari porzioni di reti impiantistiche idrauliche,<br/>2) alla conoscenza delle leggi di resistenza al moto e conseguente individuazione del tipo di regime di moto (laminare,turbolento) all'interno di vari tratti di impianti idraulici,<br/>3) alla conoscenza delle perdite di carico in impianti idraulici<br/>4) alla inserimento di macchine idrauliche (es, pompe,turbine) in condotte di impianti idraulici<br/>5) alle problematiche idrauliche proprie di impianti di sollevamento, di produzione di energia idroelettrica, ed oleodinamici<br/>6) alla presenza di depressione in impianti o porzioni di impianti idraulici, con conseguenti problemi di cavitazione</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione<br/>Lo studente sara' in grado di<br/>calcolare spinte statiche e dinamiche che si esercitano su particolari porzioni di reti impiantistiche idrauliche, di poter verificare il tipo di regime di moto nei vari tratti di un impianto idraulico, di eseguire la verifica idraulica di impianti di sollevamento, di produzione di energia elettrica, o oleodinamici, e valute come gestire la presenza di eventuali porzioi di impianti in depressione.</p> <p>Autonomia di giudizio<br/>Lo studente sara' in grado di interpretare il corretto modo di funzionamento degli impianti idraulici per la singola applicazione, analizzando criticamente di volta in volta le eventuali migliori soluzioni di intervento e/o miglioramento.</p> <p>Abilita' comunicative Lo studente acquisira' la capacita' di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sara' in grado di sostenere conversazioni su tematiche energetiche ed impiantistiche nell'ambito della meccanica dei fluidi in moto e in quiete.</p> <p>Capacita' d'apprendimento<br/>Lo studente avra' appreso le interazioni tra le tematiche tipiche dei fluidi in moto e in quiete anche in relazione alla possibilita' di utilizzare macchine idrauliche per prelevare o cedere energia alla corrente, e questo gli consentira' di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore autonomia e discernimento.</p> |
| <b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>    | <p>Prova orale.<br/>Criteri di valutazione per la prova orale<br/>La prova orale consiste in un colloquio, volto ad accertare il possesso delle competenze e delle conoscenze disciplinari previste dal corso; la valutazione viene espressa in trentesimi. Le domande sono finalizzate a verificare a) le conoscenze acquisite; b) le capacita' elaborative, c) il possesso di un'adeguata capacita' espositiva sui contenuti del corso.</p> <p>La votazione e' espressa in trentesimi e la valutazione finale sara' graduata secondo la seguente griglia di giudizi.<br/>Eccellente 30-30 e lode. Ottima<br/>conoscenza degli argomenti, ottima proprieta' di linguaggio, buona capacita' analitica, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per affrontare efficacemente i problemi acquisizione ed elaborazione delle misure richieste. Molto buono 26-29. Buona padronanza degli argomenti, piena proprieta' di linguaggio, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per affrontare adeguatamente i problemi acquisizione ed elaborazione delle misure richieste Buono 24-25. Conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprieta' di linguaggio, con limitata capacita' di applicare autonomamente le conoscenze richieste, acquisite durante il corso<br/>Soddisfacente 21-23. Lo studente non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprieta' linguaggio, scarsa capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite<br/>Sufficiente 18-20. Lo studente mostra minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite<br/>Insufficiente.<br/>Esito Negativo. Lo studente non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>               | Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito capacita' di comprensione, conoscenze e metodologie per risolvere in maniera efficace problematiche di                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | verifica di reti impiantistiche idrauliche, di di verifica e di progetto di impianti di sollevamento, produzione di energia elettrica, problematiche inerenti il funzionamento di macchine idrauliche.                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b> | lezioni frontali, esercitazioni in aula, visite didattiche presso laboratori universitari                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>TESTI CONSIGLIATI</b>              | <p>D. Citrini, G. Nosedà - Idraulica - ed. Ambrosiana Milano, 1987</p> <p>G. Alfonsi, E. Orsi - Problemi di Idraulica e Meccanica dei Fluidi - ed. Ambrosiana Milano, 1984</p> <p>E. Marchi, A. Rubatta – Meccanica dei Fluidi – ed. Utet, Torino</p> <p>Y. A. Çengel, J. M. Cimbala – Fluid Mechanics, Fundamentals and Applications – Mc. Grow Hill ed., Higher Education</p> <p>Materiale didattico fornito dal docente durante il corso</p> |

## PROGRAMMA

| ORE | Lezioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Proprietà fisiche dei fluidi (viscosità dinamica e cinematica, densità, peso specifico). Fluidi Newtoniani e non-Newtoniani. Leggi reologiche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1   | Il teorema del tetraedro di Cauchy. Il tensore degli sforzi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4   | Idrostatica. Stato tensoriale idrostatico. Equazione dell'equilibrio statico in forma locale (indefinita) e in forma globale. Legge di Stevin e tracciamento del diagramma delle pressioni. Strumenti di misura delle pressioni (es., manometro semplice, metallico, differenziale). Calcolo della spinta su superfici piane e curve. Il metodo delle componenti per il calcolo della spinta su superfici curve                                                                                                                                         |
| 2   | Cinematica dei fluidi. Regola di derivazione Euleriana. Derivata locale e derivata convettiva (Lagrangiana). Traiettorie e linee di corrente. Definizione di tubo di flusso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2   | Equazione di conservazione della massa (equazione di continuità) in forma locale (indefinita) e globale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5   | Fluidi perfetti. Equazione dell'equilibrio dinamico in forma locale (indefinita) e in forma globale. Equazione di Eulero. Distribuzione delle pressioni per correnti lineari e non lineari (effetto della curvatura della condotta). Teorema di Bernoulli. Trinomio di Bernoulli. Definizione di linea piezometrica e dei carichi totali. Moto vario (avviamento del moto in condotta).                                                                                                                                                                 |
| 8   | Fluidi reali. Equazione dell'equilibrio dinamico (le Equazioni di Navier Stokes) in forma locale (indefinita) e in forma globale. Regime di moto laminare e legge di Hagen-Poiseuille della distribuzione delle velocità. Azione di trascinamento di una corrente. Profilo degli sforzi tangenziali viscosi. Turbolenza ed equazione dell'equilibrio dinamico in forma locale (indefinita) e in forma globale. Profili di velocità in presenza di turbolenza. Profilo degli sforzi tangenziali e differenza tra sforzi tangenziali viscosi e turbolenti |
| 2   | Perdite di carico localizzate (es., brusco allargamento - Borda, imbocco, sbocco). Andamento delle linee dei carichi totali e piezometrica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6   | Leggi di resistenza al moto. Espressione dello sforzo tangenziale alla parete per regime di moto laminare, puramente turbolento e turbolento di transizione. Il numero di Reynolds. Abaco di Moody e confronto con Arpa di Nikuradse. Verifica idraulica del regime di moto in condotta.                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1   | Macchine idrauliche generatrici ed operatrici inserite in una corrente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2   | Correnti in depressione. Moto "a canaletta" e fenomeno della cavitazione. Andamento di una condotta a "sifone".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2   | Fenomeni di moto vario in condotte in pressione. Il colpo d'ariete. Sovrappressione per manovra di chiusura istantanea. Andamento temporale delle pressioni e delle velocità all'otturatore ed in una sezione generica della condotta per manovra di chiusura istantanea. Manovre di chiusura veloci e lente                                                                                                                                                                                                                                            |
| ORE | Esercitazioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4   | Idrostatica. Spinta su superfici piane e curve                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4   | Fluidi perfetti. Tracciamento della linea piezometrica e dei carichi totali per condotte a diametro variabile. Calcolo di spinte su pezzi speciali (es. gomiti, convergenti, divergenti) di condotte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2   | Studio oleodinamico di un attuttore                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2   | Verifica idraulica impianto di sollevamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2   | Impianto di sollevamento e verifica del regime di moto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2   | Impianto di sollevamento con tratti in depressione. Andamento delle linee piezometrica e dei carichi totali                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ORE | Laboratori                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2   | Visita didattica presso il laboratorio di Idraulica del Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Palermo. L'impianto di una turbina cross-flow.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |