UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

GUIDA DELLO STUDENTE

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA NAVALE

Classe delle Lauree in Ingegneria Industriale, Classe N. L-9

ANNO ACCADEMICO 2016/2017

Napoli, luglio 2016

Finalità del Corso di Studi e sbocchi occupazionali

La laurea in Ingegneria Navale ha come obiettivo formativo la preparazione di laureati con una formazione prevalentemente orientata allo studio dei problemi connessi al progetto, la costruzione e la gestione dell'oggetto "NAVE" nelle sue accezioni più vaste.

Il campo di studio spazia quindi dalle strutture off-shore al naviglio minore planante, sia di servizio che da diporto, passando per le navi mercantili di grande tonnellaggio e per quelle "speciali" che svolgono particolari lavori. Un campo a parte è poi costituito dallo studio di navi destinate alle Marine Militari.

Pur essendo quindi il corso di laurea in Ingegneria Navale un corso tematico, rivolto ad un ben identificato oggetto, esso non può esimersi dal privilegiare, nel suo complesso, l'acquisizione di una formazione ad ampio spettro a garanzia del futuro laureato di essere in grado di soddisfare le richieste dei numerosi comparti applicativi collegati al multiforme campo navale e di acquisire forti valenze professionali.

Questo primo grado di laurea permetterà al laureato di affrontare problemi relativi a strutture ed impianti di modesta semplicità, senza precludergli, in nome della esperienza che egli maturerà nel suo campo lavorativo e delle ulteriori conoscenze che realizzerà tramite esperienze di educazione continua, la possibilità di confrontarsi poi con problematiche più complesse anche se settoriali.

Grande sforzo sarà quindi profuso nel coniugare due diverse esigenze: far acquisire allo studente una forma mentis allo studio che lo metta in grado di affrontare ogni necessario aggiornamento futuro e, d'altra parte, metterlo al corrente delle più recenti applicazioni tecnologiche nel campo. Il laureato possiederà inoltre conoscenze generali relative alle proprie responsabilità professionali ed etiche, ai contesti aziendali ed alla cultura d'impresa.

Gli studi saranno inoltre finalizzati a stimolare la conoscenza dei contesti contemporanei, lo sviluppo di capacità relazionali e decisionali, nonché, per quanto detto, l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

Il laureato in Ingegneria Navale dovrà, inoltre, essere in grado di utilizzare almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'italiano ed essere in possesso di adeguate conoscenze che permettano l'uso degli strumenti informatici, necessari nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali.

Il Corso di Studi prevede un test di ammissione obbligatorio finalizzato a valutare l'adeguatezza della preparazione di base e l'attitudine agli studi di Ingegneria. Informazioni sulle modalità di svolgimento del test e sulle eventuali prescrizioni conseguenti al mancato superamento sono reperibili sul sito: www.scuolapsb.unina.it.

Manifesto degli Studi

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tip. (*)	Propedeuticità
I Anno I Semestre					
Analisi matematica I		9	MAT/05	1	
Geometria e algebra		6	MAT/03	1	
Elementi di informatica		6	ING-INF/05	1	
Lingua inglese		3		5	
I Anno II Semestre					
Analisi matematica II		9	MAT/05	1	Analisi matematica I
Chimica		9	CHIM/07	1	
Fisica generale I		6	FIS/01	1	
II Anno I Semestre					
Fisica generale II		6	FIS/01	1	Fisica generale I
Fisica matematica e modelli		9	MAT/07	1	Analisi matematica II, Fisica generale I, Geometria e algebra.
Disegno tecnico industriale		9	ING-IND/15	2	
II Anno II Semestre					
Tecnologia delle costruzioni navali		9	ING-IND/02	2	Disegno tecnico industriale
Idrodinamica		9	ICAR/01	4	Fisica matematica e modelli
Tecnologia meccanica		9	ING-IND/16	1	Chimica, Analisi Matematica I, Fisica generale I
III Anno I Semestre					
Fisica tecnica		9	ING-IND/10	2	Analisi matematica I
Statica e geometria della nave		9	ING-IND/01	2	Fisica matematica e modelli
Elettrotecnica e complementi		9	ING-IND/31	2	Fisica generale II, Analisi matematica II
Scienza delle costruzioni		9	ICAR/08	4	Fisica matematica e modelli Analisi matematica II
III Anno II Semestre					
Costruzioni navali		9	ING-IND/02	2	Tecnologia delle costruzioni Navali, Statica e geometria della nave, Scienza delle costruzioni
Macchine		9	ING-IND/08	2	Fisica tecnica
Meccanica applicata alle macchine		9	ING-IND/13	2	Disegno tecnico industriale Fisica matematica e modelli
Prova finale		3		5	
III Anno I o II semestre					
Ulteriori conoscenze(**)		3		6/7	
A scelta autonoma dello studente (**)		12		3	

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

1. Attività di base
2. Attività caratterizzanti
3. Attività a scelta autonoma dello studente
4. Attività affini
5. Altre attività per la prova finale e la lingua straniera
6. Ulteriori attività formative,
7. Tirocini

(**) I **12 CFU** previsti dal manifesto per insegnamenti scelti autonomamente dallo studente sono collocati al III anno. La scelta tra esami compresi nella Tabella A comporta l'automatica approvazione del piano di studi. Negli altri casi lo studente deve presentare piano di studi che dovrà essere approvato dalla Commissione del Corso di Studio.
Le attività formative dell'art. 10 comma 5 D.M. 270/2004 (ulteriori conoscenze) possono essere acquisite dall'allievo, tra l'altro, seguendo seminari accreditati dal CdS in Ingegneria Navale. In tal caso l'assolvimento deve essere certificato attraverso l'acquisizione di un certificato controfirmato dal/i docente/i responsabile/i del seminario.

Tabella A - Insegnamenti suggeriti per la scelta autonoma

Insegnamento	CFU	SSD	Tipolo	Propedeuticità
Analisi Matematica III	6	MAT/05 Aerospaziale-	3	
Economia ed organizzazione aziendale	9	ING-IND/35 Gestionale Logistica e produzione	3	
Fluidodinamica	6	ING-IND/06	3	
Analisi dei sistemi	9	ING-INF/04 Gestionale Logistica e produzione	3	Analisi Matematica II, Fisica Matematica e Modelli
Aerodinamica	9	ING-IND/03	3	Analisi Matematica II, Fisica Generale I, Fisica Generale II
Logistica industriale	9	ING-IND/17	3	
Tecnologie dei materiali aerospaziali	6	ING-IND/16 Aerospaziale	3	Chimica
Geometria della Nave	6	ING-IND/01	3	Fisica matematica e modelli

Attività formative

Insegnamento: Analisi Matematica I	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Pinzari Gabriela (A-O), Volpicelli Roberta (P-Z)**	
Anno di corso: I	**Semestre:** I
Codice:	**SSD:** MAT/05
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 48	**Ore di esercitazione:** 24
Obiettivi formativi: Fornire i concetti fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi sia al calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di più variabili reali; fare acquisire abilità operativa consapevole.	
Contenuti: Numeri reali. Numeri complessi. Funzioni elementari nel campo reale. Equazioni e disequazioni. Limiti delle funzioni reali di una variabile reale: proprietà dei limiti, operazioni con i limiti e forme indeterminate, infinitesimi, infiniti, calcolo di limiti. Funzioni continue: proprietà e principali teoremi. Calcolo differenziale per funzioni reali di una variabile reale: funzioni derivabili e significato geometrico della derivata, il differenziale, principali teoremi del calcolo differenziale, estremi relativi e assoluti, criteri di monotonia, funzioni convesse e concave, studio del grafico, formula di Taylor. Integrazione indefinita: primitive e regole di integrazione indefinita. Calcolo integrale per le funzioni continue in un intervallo compatto: proprietà e principali teoremi, area del rettangoloide, teorema fondamentale del calcolo integrale, calcolo di integrali definiti. Successioni e serie numeriche, serie geometrica, serie armonica.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: Esercizi e tracce delle prove di esame risolte e non.	
Modalità di esame: Prove applicative in itinere e/o prova scritta finale; colloquio	

Insegnamento: Analisi Matematica II	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Pinzari Gabriela (A-O), Volpicelli Roberta (P-Z)**	
Anno di corso: I	**Semestre:** II
Codice:	**SSD:** MAT/05
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 48	**Ore di esercitazione:** 24
Obiettivi formativi: Fornire i concetti fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi sia al calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di più variabili reali; fare acquisire abilità operativa consapevole.	
Contenuti: Successioni e serie di funzioni nel campo reale. Funzioni reali e vettoriali di più variabili reali: limiti, continuità e principali teoremi. Calcolo differenziale per le funzioni reali di più variabili reali: differenziabilità, teoremi fondamentali del calcolo differenziale, formula di Taylor. Estremi relativi e assoluti: condizioni necessarie, condizioni sufficienti. Integrali doppi e tripli di funzioni continue su insiemi compatti, formule di riduzione e cambiamento di variabili. Curve e superfici regolari, retta e piano tangenti, lunghezza di una curva e area di una superficie. Integrali curvilinei e integrali superficiali. Forme differenziali a coefficienti continui e integrali curvilinei di forme differenziali. Campi vettoriali gradienti, campi vettoriali irrotazionali. Teoremi della divergenza e di Stokes nel piano e nello spazio. Teorema della funzione implicita. Equazioni differenziali in forma normale e problema di Cauchy, teoremi di esistenza e unicità. Equazioni differenziali del primo ordine a variabili separabili, equazioni differenziali lineari. Cenni sui sistemi di equazioni differenziali lineari del primo ordine.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica I	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: Esercizi e tracce delle prove di esame risolte e non.	
Modalità di esame: Prove applicative in itinere e/o prova scritta finale; colloquio	

Insegnamento: Chimica	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Antonio Aronne**	
Anno di corso: I	**Semestre:** II
Codice:	**SSD:** CHIM/07
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 48	**Ore di esercitazione:** 24

Obiettivi formativi:
Conoscenza critica dei fondamenti chimici e chimico - fisici necessari per interpretare il comportamento e le trasformazioni della materia in relazione alle principali tecnologie e problematiche di tipo ingegneristico: materiali, produzione e accumulo di energia, inquinamento. In particolare verrà acquisita la capacità di correlare le proprietà macroscopiche di un materiale con la sua microstruttura per comprendere i criteri che regolano la progettazione e la sintesi di un materiale in relazione alle sue possibili applicazioni.

Contenuti:
La materia e le sue proprietà. Leggi delle combinazioni chimiche. Massa atomica. La mole e la massa molare. Formule chimiche. L'equazione di reazione chimica bilanciata e calcoli stechiometrici. Struttura atomica. La tavola periodica degli elementi. Legami chimici. Stato gassoso. Forze intermolecolari. Stati condensati e trasformazioni di fase. Le proprietà elettroniche dei solidi. Cenni di termodinamica chimica: termochimica; entropia ed irreversibilità: interpretazione statistica. Equilibri fisici. Diagrammi di stato ad un componente. Soluzioni e loro proprietà. La velocità delle reazioni e i fattori che la influenzano. Reazioni chimiche: spontaneità e condizione d'equilibrio nelle reazioni chimiche, i fattori che influenzano l'equilibrio chimico. Equilibri acido-base ed equilibri di solubilità. Reazioni di ossido-riduzione ed elettrochimica. Celle galvaniche e potenziali elettrochimici. Celle elettrolitiche. Celle a combustibile. Elettrometallurgia. La produzione dell'acciaio. Cenni di corrosione dei metalli. I principali materiali inorganici. Composti del carbonio: principali gruppi funzionali.

Prerequisiti / Propedeuticità: Conoscenze di base previste dai programmi delle materie scientifiche nella scuola secondaria superiore. / Nessuna.

Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni

Materiale didattico:
Libri di testo, presentazioni multimediali delle lezioni**.**

Modalità di esame: Prova scritta; colloquio

Insegnamento: Costruzioni Navali	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Enrico Rizzuto**	
Anno di corso: III	**Semestre:** II
Codice:	**SSD:** ING/IND 02
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 40	**Ore di esercitazione:** 32

Obiettivi formativi:
Il corso si propone di fornire allo studente concetti e procedure per la determinazione dei principali carichi insistenti su strutture navali e della relativa risposta (statica e dinamica)

Contenuti:
Tipologie dei carichi insistenti su strutture navali e schematizzazioni strutturali atte allo studio della risposta: classificazione per durata di applicazione, carichi primari, secondari e terziari.
Schema strutturale di trave nave: caratteristiche e peculiarità
Cenni sulle metodologie di previsione dei principali tipi di carico.
Definizione del momento flettente in acqua tranquilla mediante metodi analitici diretti. (E)
Definizione del momento flettente d'onda con metodi quasi statici (E) e mediante formulazioni parametriche in accordo con i suggerimenti degli Istituti di Classifica e dell'IACS, ai fini della verifica della sezione maestra (E).
Calcolo della prima frequenza propria flessionale del trave scafo (E). Determinazione del momento flettente ultimo (resistente) del trave nave (E) Carichi di incaglio e varo
Modelli strutturali per carichi locali
Carichi locali: statici, d'onda, termici (cenni), d'ormeggio. Risposta a carichi strutturali locali
Carichi terziari Sovrapposizione degli effetti
Cenni sulla generazione e propagazione di rumore a bordo ed all'esterno di navi
(E) = oggetto di esercitazione

Prerequisiti / Propedeuticità: Statica della Nave, Tecnologia della nave, Scienza delle Costruzioni

Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni svolte in classe e/o in aula informatica

Materiale didattico: slide proiettate a lezione disponibili in rete sul sito docente
Riferimenti bibliografici:
Ship Design and Construction SNAME 2003 RINA
Rules

Modalità di esame prova orale, articolata nella discussione degli elaborati ed in domande teoriche volte all'accertamento dell'acquisizione delle conoscenze di base

Insegnamento: Disegno Tecnico Industriale con elementi di CAD	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Massimo Martorelli**	
Anno di corso: II	**Semestre:** I
Codice:	**SSD:** ING-IND/15
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 34	**Ore di esercitazione:** 38

Obiettivi formativi:
Interpretare disegni tecnici, valutando forma, funzione, lavorabilità, finitura superficiale e tolleranze dimensionali. Capacità di rappresentare disegni costruttivi di particolari e disegni d'assieme di montaggi
semplici, nel rispetto della normativa internazionale. Conoscenze di base sulla documentazione tecnica di
prodotto, dalla fase di progettazione concettuale alla fase di collaudo. Capacità di rappresentare curve e superfici a forma libera d'impiego in campo navale. Conoscenze di base sull'acquisizione e sulla ricostruzione di forme d'interesse navale mediante l'utilizzo di sistemi di Reverse Engineering.

Contenuti:
Ruolo ed evoluzione della comunicazione tecnica nel ciclo di progettazione e sviluppo di prodotti industriali. Standardizzazione e normazione nella progettazione industriale. Principali norme del disegno tecnico. Criteri di
unificazione. Metodi di proiezione. Intersezione tra superfici. Superfici sviluppabili. Classificazione, scelta e
rappresentazione delle sezioni. Distinta base e designazione dei materiali. Quotatura funzionale, tecnologica e di collaudo. Scelta dello schema di quotatura. Cenni ai principali processi di lavorazione.
Tolleranze dimensionali: dimensioni limite; gradi di tolleranza normalizzati; scostamenti fondamentali; sistemi
di accoppiamento; tolleranze dimensionali generali. Scelta di accoppiamenti raccomandati. Calcolo di tolleranze e di accoppiamenti. Controllo delle tolleranze dimensionali e calibri. Errori microgeometrici: misura della rugosità, linea media e indici di rugosità superficiale. Relazione tra rugosità massima e tolleranza dimensionale. Classificazione dei collegamenti meccanici. Collegamenti smontabili: sistemi di filettature e loro designazione; rappresentazione dei collegamenti filettati; dispositivi anti svitamento spontaneo; classi di bulloneria. Collegamenti smontabili non filettati: chiavette e linguette; spine e perni; accoppiamenti scanalati; anelli di sicurezza e di arresto. Collegamenti fissi: rappresentazione di chiodature, rivettature e saldature. Criteri di scelta di collegamenti e cenni al problema del dimensionamento. Architetture di prodotti industriali: introduzione all'analisi funzionale di complessivi e rappresentazione di organi di macchine. Riconoscimento di caratteristiche geometriche di sistemi elettro- meccanici e di impianti industriali. Elaborazione di disegni costruttivi, di difficoltà crescente, di parti, di dispositivi meccanici e di apparecchiature.
Introduzione alla modellazione geometrica: equazioni esplicite, implicite e parametriche. Equazioni parametriche di retta, di piano e di curve cubiche: forma polinomiale e matriciale e funzioni di miscelamento. Metodi di modellazione di forma in funzione delle informazioni iniziali: Lagrange, Hermite, Bézier. Modellazione di carene mediante curve Spline. Cenni sulle curve B-Spline.
Elementi di Reverse Engineering. Classificazione e principali caratteristiche dei sistemi di acquisizione di forma: sistemi a contatto e sistemi ottici non a contatto attivi e passivi. Tecniche di gestione delle nuvole di
punti. Tecniche di ricostruzione di curve e superfici a partire da nuvole di punti. Esempi di rilievo e
ricostruzione di forme d'interesse navale con sistema scanner laser mediante sperimentazione condotta in aula.

Prerequisiti / Propedeuticità:

Metodo didattico:

Materiale didattico:
Modalità di esame:

Insegnamento: Elementi di Informatica	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Alessandra DE Benedictis**	
Anno di corso: I	**Semestre:** I
Codice:	**SSD:** ING-INF/05
CFU: 6	**Ore:** 48
Ore di lezione: 26	**Ore di esercitazione:** 22

Obiettivi formativi:
Conoscenza delle nozioni di base relative alla struttura ed al modello funzionale di un elaboratore. Conoscenza delle fondamentali strutture di dati e degli strumenti e metodi per lo sviluppo di programmi, su piccola o media scala, per applicazioni di tipo tecnico-scientifico.
Capacità di progettare e codificare algoritmi in linguaggio C++, secondo le tecniche di programmazione strutturata e modulare, per la risoluzione di problemi di calcolo numerico di limitata complessità e di gestione
di insiemi di dati, anche pluridimensionali.

Contenuti
:
Nozioni di carattere introduttivo sui sistemi di calcolo: Cenni storici. Il modello di von Neumann. Caratteristiche della Memoria Centrale e della Unità Centrale di Elaborazione. L'hardware e il software. Software di base e
software applicativo. Evoluzione del modello di Von Neumann. Cenni sui Sistemi
Operativi.
Tipi e strutture di dati. I tipi di dati fondamentali del C++: int, float, double, bool, char, void. Cenni di algebra booleana. Conversioni dei sistemi di numerazione (binario, ottale, esadecimale). Rappresentazione dei dati nei registri di memoria: virgola fissa, virgola mobile, complementi alla base. Codice ASCII per la rappresentazione dei caratteri. Cenni sulla codifica di immagini e suoni. Array e stringhe di caratteri. I Record.
Strumenti e metodi per la progettazione dei programmi: Algoritmo e programma. Le fasi di analisi, progettazione e codifica. Sequenza statica e dinamica delle istruzioni. Stato di un insieme di informazioni nel corso
dell'esecuzione di un programma. Metodi di progetto dei programmi. La programmazione strutturata.
L'approccio top-down per raffinamenti successivi. Componenti di un programma: documentazione, dichiarazioni, istruzioni eseguibili. Le istruzioni di controllo del linguaggio C++. Costrutti seriali, selettivi e ciclici:
sintassi, semantica, esempi d'uso. Nesting di strutture. Modularità dei programmi. Sottoprogrammi: le funzioni.
Modalità di scambio fra parametri formali ed effettivi; effetti collaterali. Visibilità delle variabili.
Algoritmi fondamentali di elaborazione: Metodi iterativi per il calcolo numerico. Gestione di array: ricerca, eliminazione, inserimento, ordinamento. Cenni sulla complessità computazionale di un algoritmo.
Esercitazioni: impiego di un ambiente di sviluppo dei programmi (Dev C++) con esempi di algoritmi fondamentali e di tipo numerico.

Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna

Metodo didattico:
L'insegnamento comprende lezioni frontali ed esercitazioni sullo sviluppo di programmi in linguaggio C++. Le esercitazioni vengono svolte in aula ed in laboratorio in ambiente di sviluppo integrato Dev-C++.

Materiale didattico:

- Libri di testo
  - A. Chianese, V. Moscato, A. Picariello: Alla scoperta dei fondamenti dell'informatica – Liguori Editore, 2008.
  - E. Burattini, A. Chianese, V. Moscato, A. Picariello, C. Sansone: Che C serve. Per iniziare a programmare. – CUES Editore, 2011
- Materiale integrativo (slide ed esercitazioni) disponibile sul sito *www.docenti.unina.it*

Modalità di esame:

L'esame è costituito da due prove: una prova pratica al calcolatore, che accerta la capacità di progettare e codificare un programma in C++, ed una prova (orale/scritta) tendente ad accertare la conoscenza degli argomenti teorici.

Insegnamento: Fisica Generale I	
Modulo	
Docente: **Luciano Vicari**	
Anno di corso: I	**Semestre:** II
Codice:	**SSD:** FIS/01
CFU: 6	**Ore:** 48
Ore di lezione: 35	**Ore di esercitazione:** 13

Obiettivi formativi:
Lo studente acquisirà i concetti fondamentali della Meccanica Classica e i primi concetti della Termodinamica privilegiando gli aspetti fenomenologici e metodologici. Inoltre acquisirà una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi.

Contenuti:
Il metodo scientifico. Definizione operativa delle grandezze fisiche: lunghezze, tempo, massa. Analisi dimensionale. Grandezze fondamentali. Sistemi di unità di misura. Moto in una dimensione. Posizione e spostamento. Esempi di applicazione del calcolo integro- differenziale. Vettori. Moto in due e tre dimensioni. Moto di un proiettile. Moto circolare uniforme. Dinamometro. Definizione operativa di forza. La prima legge di Newton: sistemi di riferimento inerziali. Principio di relatività. La seconda legge di Newton. La terza legge di Newton. Alcune applicazioni delle leggi di Newton. Attrito radente statico e dinamico. Cenni al moto in presenza di forze ritardanti. Lavoro ed energia cinetica. Teorema delle forze vive. Lavoro svolto da forze gravitazionali. Legge di Hooke. Oscillatore armonico. Lavoro delle forze elastiche. Potenza. Forze conservative. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Energia potenziale gravitazionale in prossimità della superficie della terra. Energia potenziale delle forze elastiche. Il pendolo. Calcolo delle forze dall'energia potenziale. Punti d'equilibrio. Sistemi di punti materiali. Traiettoria del centro di massa. Quantità di moto ed impulso per un sistema di punti materiali. Conservazione della quantità di moto. Sistemi a massa variabile: i razzi. Urti in una dimensione. Corpo rigido. Energia cinetica rotazionale. Momento d'inerzia. Teorema degli assi paralleli. Calcolo di momenti d'inerzia in alcuni casi particolari. Seconda legge di Newton per un sistema di punti
materiali. Forza di gravità. Velocità di fuga. I satelliti: orbite ed energie. Elementi di statica dei fluidi. Temperatura e calore. Legge zero della termodinamica. Il termometro a gas a volume costante e la scala Kelvin. Equivalente meccanico della caloria. Calore ed energia. Lavoro nei processi termodinamici. Esempi di trasformazione. Lavoro e trasformazioni.
Primo principio della termodinamica. Calori specifici di un gas perfetto. Espansione irreversibile di un gas perfetto. Espansione reversibile. Entropia come funzione di stato.
Seconda legge della termodinamica.

Prerequisiti / Propedeuticità:

Metodo didattico:

Materiale didattico: Testi di riferimento

Modalità di esame: Colloquio finale che include prova scritta

Insegnamento: Fisica Generale II	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Luciano Rosario Maria Vicari**	
Anno di corso: II	**Semestre:** I
Codice:	**SSD:** FIS/01
CFU: 6	**Ore:** 48
Ore di lezione: 35	**Ore di esercitazione:** 13
Obiettivi formativi: Lo studente acquisirà i concetti fondamentali dell'Elettromagnetismo, privilegiando gli aspetti fenomenologici e metodologici. Inoltre acquisirà una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi.	
Contenuti: Interazione elettrica. Legge di Coulomb. Il Principio di sovrapposizione. Campo elettrico. Potenziale elettrostatico. Potenziale di dipolo. Forza risultante e potenziale risultante su un dipolo posto in un campo esterno. Flusso di campo vettoriale. Legge di Gauss. Il campo elettrico in presenza di conduttori. Condensatori. Densità di energia del campo elettrico. Cenni sull'elettrostatica nei dielettrici. Correnti continue. Legge di Ohm. Legge di Joule. Forza elettromotrice di un generatore. Leggi di Kirchhoff. Circuito RC. Interazione magnetica. Forza di Lorentz. Forza su un conduttore percorso da corrente. Momento magnetico di una spira-Moto di una carica in un campo magnetico uniforme. Il campo magnetico generato da correnti stazionarie. Il campo di una spira a grande distanza. Il momento magnetico di una spira. Legge di Gauss per il magnetismo. Il Teorema della circuitazione di Ampère. Cenni sulla magnetostatica nei mezzi materiali. Legge di Faraday. Coefficienti di Auto e Mutua induzione. Circuito RL. Densità di energia del campo magnetico. Corrente di spostamento. Equazioni di Maxwell. Elettromagnetismo in forma locale.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Fisica Generale I	
Metodo didattico:	
Materiale didattico: Testi di riferimento	
Modalità di esame: Colloquio finale che include prova scritta	

Insegnamento: Fisica Matematica e Modelli	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Monica de Angelis**	
Anno di corso: II	**Semestre:** I
Codice:	**SSD:** MAT/07
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 60	**Ore di esercitazione:** 12

Obiettivi formativi:
Acquisire i concetti e i principi generali che rappresentano la base scientifica di numerosi e significativi modelli matematici dell'Ingegneria. Dimostrare la capacità di applicazione di queste conoscenze alla risoluzione di problemi elementari di evoluzione e dell'equilibrio. Migliorare ed ampliare la capacità di applicazione delle conoscenze di fisica matematica nella risoluzione di problemi elementari di evoluzione.

Contenuti:
Campi vettoriali e sistemi materiali: Campi equivalenti e proprietà dei momenti. Tensori doppi. Baricentri e proprietà. Momenti statici e momenti d'inerzia. Tensore d'inerzia e terne principali.
Cinematica dei sistemi rigidi e dei sistemi vincolati: Moti rigidi, terne solidali, equazioni finite. Atto di moto, teorema di Poisson. Moti traslatori, rotatori, elicoidali. Asse di moto e teorema di Mozzi. Moti rigidi piani con applicazioni ai problemi di trasmissione. Principio dei moti relativi e teorema di Coriolis. Vincoli, classificazione ed esempi. Grado di libertà e coordinate lagrangiane. Analisi cinematica di vincoli agenti su corpi rigidi e su strutture piane (travi rigide, arco a tre cerniere, travi Gerber, travature reticolari). Sistemi isostatici o iperstatici.
Principi generali e problemi della Dinamica: Il modello di Newton, leggi di forza. Equazioni cardinali per sistemi discreti. Bilanci della quantità di moto e del momento angolare, leggi della Meccanica di
Eulero. Moto relativo al baricentro, energia cinetica e teorema di König. Il teorema del moto del baricentro con applicazioni. Lavoro e funzioni potenziali. Energia potenziale, campi conservativi. Bilancio dell'energia meccanica, applicazioni del teorema delle forze vive. Reazioni vincolari e proprietà sperimentali dei vincoli di appoggio o di appartenenza. Leggi dell'attrito. Equilibrio. Il principio di D'Alembert con applicazioni. Vibrazioni libere e vibrazioni forzate. Fenomeni di risonanza.
Statica dei sistemi olonomi: Equazioni cardinali della Statica. Il calcolo delle reazioni vincolari. Risoluzione di strutture piane soggette a carichi distribuiti o concentrati. Calcolo degli sforzi nelle travature. Metodo dei nodi e metodo delle sezioni di Ritter. Sistemi con vincoli privi di attrito, principio delle reazioni vincolari. Il principio dei lavori virtuali, applicazioni al problema dell'equilibrio e al calcolo di reazioni sulle travi appoggiate e travi Gerber
Problemi di stereomeccanica: Dinamica del corpo rigido con asse fisso e liscio. Dinamica dei rotori rigidi. Equazione di moto, forza e coppia d'inerzia. Pendolo semplice e pendolo composto. Dinamica di un corpo rigido con punto fisso e liscio. Dinamica di un corpo rigido libero nello spazio.

Prerequisiti / Propedeuticità: Geometria e Algebra, Analisi Matematica II, Fisica generale I.

Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni

Materiale didattico:
Libri di testo: T. Levi Civita e U. Amaldi, Lezioni di Meccanica Razionale, vol. I e II; T. Levi Civita e U. Amaldi, Complementi alle lezioni di meccanica razionale.
Materiale didattico è altresì disponibile al seguente indirizzo
https://www.docenti.unina.it/studente/visualizzaAreeDownload.do?idDocente=4d4f4e494341444520414e47454c4953444e474d4e433632533633463833394 4&nomeDocente=MONICA&cognomeDocente=DE%20ANGELIS&percorso=MATERIALE%20DIDATTICO

Modalità di esame: Prova orale

Insegnamento: Fisica tecnica	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: Alfonso William Mauro	
Anno di corso: III	**Semestre:** I
Codice: 00175	**SSD:** ING-IND/10, ING-IND/11
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 54	**Ore di esercitazione:** 18

Obiettivi formativi:
Il corso fornisce agli allievi i fondamenti metodologici ed applicativi della termodinamica per ingegneri. Al termine del corso, l'allievo deve essere capace di comprendere, interpretare e utilizzare i modelli termodinamici necessari all'identificazione, all'analisi ed alla soluzione di problemi relativi a sistemi e processi caratterizzati da scambi energetici con l'ambiente esterno.

Contenuti:
Termodinamica applicata: Generalità e definizioni (Cap. 1, [1]). Unità di misura e cifre significative. Termodinamica degli stati: piani termodinamici (p-t, t-s, p-v, p-h), calcolo delle proprietà termodinamiche tramite modelli, tabelle e diagrammi (Cap. 4, Par. 3.1, 3.4, 3.8, [1]; Appendice [2]). Bilanci di massa, energia ed entropia per sistemi aperti e chiusi: formulazione ed applicazione a casi notevoli (Cap. 2, Par. 3.5 [1]; Cap. 1, [2]). Equazione dell'energia meccanica: formulazione ed applicazione a casi notevoli (Par. 3.2, 3.3 [1]). Conversione dell'energia: macchina diretta e inversa (Par. 3.6, 3.7 [1]), limiti della conversione dell'energia; ciclo di Rankine base e modificato (Par. 2.2, 2.3 [2]); ciclo di Joule (Par. 2.4, 2.5, 2.6 [2]); ciclo inverso a compressione di vapore (Cap. 3 [2]). Esercitazioni numeriche.
Aria umida: proprietà termodinamica della miscela, diagramma psicrometrico, applicazione dei bilanci di massa ed energia a casi notevoli (Cap. 4 [2]).
Trasmissione del calore– Conduzione: legge di Fourier, campo di temperatura e resistenza termica per conduzione, per una lastra piana ed un cilindro cavo; Irraggiamento: corpo nero e leggi caratteristiche - corpi grigi - fattori di vista – scambio termico in una cavità; Convezione: fenomenologia del campo di velocità e di temperatura nello strato limite–numeri adimensionali caratterizzanti la convezione – calcolo del coefficiente di scambio termico convettivo. Esempi svolti. [3]

Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi matematica I e Fisica generale I

Metodo didattico: Lezioni frontali ed esercitazioni in classe

Materiale didattico:
[1] Elementi di termodinamica applicata, Autt. A. Cesarano, P. Mazzei
[2] Termodinamica per ingegneri, Autt. R. Mastrullo, P. Mazzei, R. Vanoli [3] Appunti di trasmissione del calore (forniti dal docente)

Modalità di esame: Prova scritta con ammissione al colloquio orale

Insegnamento: Geometria e Algebra	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Luciano A. Lomonaco**	
Anno di corso: I	**Semestre:** I
Codice:	**SSD:** MAT/03
CFU: 6	**Ore:** 48
Ore di lezione: 36	**Ore di esercitazione:** 12

Obiettivi formativi:
In questo insegnamento si dovranno acquisire gli strumenti di base dell'algebra lineare e della geometria. L'obiettivo di questo insegnamento è, da un lato, quello di abituare lo studente ad affrontare problemi formali, utilizzando strumenti adeguati ed un linguaggio corretto, e dall'altro di risolvere problemi specifici di tipo algebrico e geometrico, con gli strumenti classici dell'algebra lineare. Si dovranno inoltre acquisire ulteriori conoscenze di algebra lineare, quali la diagonalizzazione, e di geometria da utilizzare nelle applicazioni.

Contenuti:
Cenni sulle strutture geometriche (affini ed euclidee) ed algebriche (gruppi, campi, spazi vettoriali). Vettori geometrici applicati. Relazioni d'equivalenza e vettori liberi. Operazioni sui vettori. Spazi vettoriali numerici e prodotto scalare standard. Dipendenza lineare, generatori, basi e dimensione. Sottospazi di uno spazio vettoriale. Operazioni sui sottospazi: sottospazi congiungenti, somme dirette e Teorema di Grassmann. Matrici. Lo spazio vettoriale delle matrici su un campo. Matrice trasposta. Matrici quadrate di vari tipi: triangolari, diagonali, simmetriche. Rango di una matrice. Prodotto righe per colonne. Il determinante di una matrice quadrata: definizione e principali proprietà. Metodi di calcolo. Teoremi di Laplace, di Binet e degli Orlati. Operazioni elementari sulle righe (o colonne) di una matrice. Metodi di triangolazione. Questioni di invertibilità. Sistemi di equazioni lineari. Compatibilità, sistemi equivalenti. Teoremi di Rouchè-Capelli e di Cramer. Metodi di calcolo delle soluzioni di un sistema compatibile. Sistemi parametrici. Applicazioni lineari. Nucleo e immagine; l'equazione dimensionale. Monomorfismi, epimorfismi ed isomorfismi. L'isomorfismo coordinato. Matrice associata ad una applicazione lineare. Endomorfismi, autovalori, autovettori ed autospazi. Il polinomio caratteristico. Molteplicità algebrica e geometrica di un autovalore. Diagonalizzazione di un endomorfismo e di una matrice. Il Teorema Spettrale. Spazi vettoriali euclidei. Cenni su matrici ortogonali e basi ortonormali. Geometria del piano. Rappresentazione parametrica e cartesiana della retta. Fasci di rette. Cenni su questioni affini nel piano: parallelismo e incidenza tra rette. Cenni su questioni euclidee nel piano. Geometria dello spazio. Rappresentazione parametrica e cartesiana della retta e del piano. Vettore direzionale della retta e vettore normale del piano. Fasci di piani. Cenni su questioni affini nello spazio: parallelismo e incidenza tra rette, tra piani, e tra una retta ed un piano. Cenni su questioni euclidee nello spazio. Il problema della comune perpendicolare.

Prerequisiti / Propedeuticità:

Metodo didattico:

Materiale didattico:

Modalità di esame:

Insegnamento: Idrodinamica	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: Riccardo Martino	
Anno di corso: II	**Semestre:** II
Codice: 05738	**ICAR/01**
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 48	**Ore di esercitazione:** 24

Obiettivi formativi:
Al positivo completamento delle attività formative, lo studente dovrà essere in grado di comprendere la terminologia della meccanica dei fluidi e saper valutare quali leggi fisiche applicare per la comprensione e la soluzione di un problema idrodinamico di interesse pratico, avendo ben chiare le ipotesi semplificative introdotte.

Contenuti:
Distinzione tra liquidi e gas. Grandezze e sistemi di misura. Schema di mezzo continuo. Densità e peso specifico. Sforzo interno. Reologia e viscosità: fluidi newtoniani, viscosità dinamica e cinematica. Teorema di Cauchy. Tensore degli sforzi. Equazione indefinita della statica. Legge di Stevino. Pressione assoluta e relativa. Piano dei carichi idrostatici assoluto e relativo. Piezometro. Spinta su superficie piana. Centro di spinta. Equazione globale della statica. Spinta su superficie curva. Equilibrio relativo. Moto permanente, vario e uniforme. Equazione indefinita di continuità. Equazione indefinita dell'equilibrio dinamico, equazione di Eulero. Terna intrinseca. Corrente gradualmente variata. Teorema di Bernoulli. Principio di conservazione dell'energia meccanica. Teorema del trasporto di Reynolds. Equazione globale di continuità. Equazione globale dell'equilibrio dinamico. Esperienza di Reynolds. Moto laminare e turbolento. Arpa di Nikuradse. Abaco di Moody. Formule di resistenza. Formula di Borda. Condotte lunghe e brevi. Problema di progetto e verifica. Equazione globale di conservazione dell'energia. Criterio economico per il progetto di un impianto di sollevamento. Curva caratteristica di una pompa, NPSH. Foronomia. Idrometria. Cenni sulle correnti a superficie libera. Moti a potenziale. Equazioni di Navier-Stokes. Coefficiente di resistenza idrodinamica. Cenni sulla lubrificazione idrodinamica. Strato limite su lastra piana. Strato limite su lastra curva.

Prerequisiti / Propedeuticità: Fisica Matematica e Modelli

Metodo didattico: lezioni frontali, esercitazioni guidate, esercitazioni di laboratorio

Materiale didattico: "Dispense di Idraulica", A. Carravetta, R. Martino, Fridericiana Ed. Univ.; Appunti integrativi presenti nell'area FTP del sito docenti UNINA

Modalità di esame: Prova orale con discussione degli esercizi svolti durante il corso.

Insegnamento: Macchine	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: Amedeo Amoresano	
Anno di corso: III	**Semestre:** II
Codice:	**SSD:** ING-IND/08
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 53	**Ore di esercitazione:** 19

Obiettivi formativi:
Fornire le nozioni fondamentali relativa agli impianti di conversione dell'energia, ai meccanismi di scambio di lavoro dei componenti ed alle loro caratteristiche operative. Fornire le nozioni inerenti un razionale sfruttamento dell'energia unitamente alla formazione e la riduzione delle sostanze inquinanti provenienti dagli impianti termici. Impartire le conoscenze ai campi di funzionamento delle macchine, ai loro criteri di scelta ed alle tecniche di regolazione.

Contenuti:
Fonti di energia rinnovabili e non, quantificazione delle diverse fonti. Classificazione delle macchine a fluido: macchine motrici di tipo idraulico e termico, motori primi. Macchine operatrici: pompe, ventilatori, compressori.
Richiami di Termodinamica e rendimenti di compressione e di espansione; rendimento interno adiabatico di compressore e di turbina. Linea di compressione, linea di espansione, rappresentazione sui piani caratteristici. Perdite esterne, rendimento meccanico. Rendimento politropico di compressione e di espansione.
Impianti motore termici: vapore, gas, motori a combustione interna. Cicli termodinamici e rappresentazione sui piani caratteristici. Rendimento globale dell'impianto e consumi specifici di combustibile e di calore.
Impianti con Turbine a vapore. Cicli di Rankine e di Hirn, calcolo del lavoro utile e del rendimento. Il condensatore, Cicli con surriscaldamenti ripetuti. Cicli a spillamenti di vapore. Bilancio d'energia di un rigeneratore. Scambiatori a miscela e a
superficie. Il degassaggio dell'acqua di alimento del generatore di vapore. I Generatori di Vapore: caratteristiche e tipi; la circolazione ed il rendimento di un generatore di vapore.
Impianti con Turbine a gas a circuito aperto e chiuso. Ciclo di Joule ideale e ciclo reale. Il rendimento ed il lavoro massico del ciclo. La rigenerazione, l'inter refrigerazione, combustioni ripetute. Regolazione della potenza. Materiali per TG. Impianti combinati gas-vapore; unfired, fired, fully fired. Repowering delle centrali termoelettriche.
Motori alternativi a combustione interna. Fasi di funzionamento motori a quattro tempi e a due tempi. Cicli ideali: Beau de Rochas, Diesel, Sabathè. Cicli reali: le fasi del motore, coefficiente di riempimento, combustione. Distribuzione delle fasi in un
motore a quattro tempi. Diagramma indicato. Motori a due tempi. La distribuzione. Sistemi di lavaggio. Confronto tra due e quattro tempi. La combustione nei motori a c.i. ad accensione comandata e per compressione. Potenza e bilancio termico di un motore a c.i. Il raffreddamento dei motori a c.i. La sovralimentazione. Evoluzione del motore diesel a due tempi destinato alla propulsione navale.
Il lavoro nelle macchine volumetriche e dinamiche; equazione di Eulero. Applicazione alle macchine dinamiche motrici ed operatrici radiali ed assiali. Triangoli di velocità. Grado di reazione.
Condotti a sezione variabile: ugelli e
diffusori.

Turbine a vapore e a gas. Stadio di turbina. Grado di reazione. Triangoli di velocità per diversi valori del grado di reazione in condizioni di massimo rendimento. Rapporto u/c1 di massimo rendimento. Confronto tra un elemento ad azione ed uno con grado di reazione R=0,5. Limitazione del salto entalpico smaltibile. Costituzione di una TV e di una T.G., le turbine multistadio: sdoppiamento dei corpi di turbina. Limiti di potenza. La potenza delle T.V. e delle T.G.
Macchine operatrici. Generalità e classificazioni: macchine operatrici a fluido comprimibile ed a fluido incomprimibile, volumetriche e dinamiche. Prevalenza totale e manometrica. Potenza assorbita.
Compressori. Volumetrici alternativi. Diagramma limite di funzionamento. Il processo reale nel compressore, cilindrata e spazio nocivo, rendimento volumetrico. Compressori volumetrici multistadio, regolazione. Compressori centrifughi ed assiali. Grado di reazione. Triangoli di velocità. Lavoro teorico e reale trasferito dalla girante al fluido. Curva caratteristica teorica e reale ed influenza su di essa dell'angolo di uscita del fluido dalle pale.
Pompe. Classificazione e generalità. Principi di funzionamento delle pompe volumetriche alternative e rotative. Curve caratteristiche. Trattamento di fluidi viscosi. La macchina inserita nel circuito. Punto di funzionamento. Cavitazione. NPSH, R
ed NPSH, A. Altezza massima di aspirazione. Metodi di regolazione della portata e confronto tra essi dal punto di vista energetico e funzionale. Il fenomeno del pompaggio. Condizioni di funzionamento stabile e instabile.
Accoppiamento di più pompe in serie ed in parallelo. Avviamento. Descrizione dei diversi tipi di
pompe che più frequentemente si incontrano nella pratica tecnica. Cenni sulle pompe assiali.

Prerequisiti / Propedeuticità: Fisica I, Fisica Tecnica
Metodo didattico: Lezioni frontali, esercitazioni numeriche, visite presso laboratori sul territorio
Materiale didattico: Macchine (Renato della Volpe Ed. Liguori), Le Turbine a Vapore (Carlo d'Amelio Ed. Liguori), Motori a Combustione Interna (Giancarlo Ferrari Ed. Il Capitello), Manuali KSB, Appunti dalle lezioni.
Modalità di esame: Prova Orale

Insegnamento: Meccanica applicata alle Macchine	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Ernesto Rocca**	
Anno di corso: III	**Semestre:** II
Codice:	**SSD:** ING-IND/13
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 56	**Ore di esercitazione:** 16
Obiettivi formativi: Obiettivo del corso è quello di fornire le conoscenze fondamentali della meccanica dei meccanismi e delle macchine con particolare riferimento ai fenomeni dinamici derivanti dal loro funzionamento.	
Contenuti: Fondamenti di meccanica: equazioni cardinali della dinamica, principio di d'Alembert, equazione dell'energia cinetica, sistema ridotto di una macchina. Il rendimento meccanico: efficienza meccanica di meccanismi disposti in serie e in parallelo. Caratteristica meccanica di una macchina: determinazione delle curve caratteristiche, condizioni di regime. Caratteristica meccanica regolata. Vibrazioni meccaniche: fenomeni vibratori elementari; sistemi conservativi e dissipativi; isolamento delle vibrazioni. Dinamica dei rotori rigidi: bilanciamento di rotori. Dinamica dei rotori flessibili: le velocità critiche flessionali. Sistemi torsionali: oscillazioni torsionali libere e forzate; le velocità critiche torsionali. Meccanismi: studio cinematico e dinamico del manovellismo di spinta rotativa. I motori pluricilindrici: l'uniformità del momento motore; il bilanciamento delle forze d'inerzia. Trasmissioni meccaniche: trasmissioni con ruote di frizione; trasmissioni con ruote dentate, rotismi ordinari ed epicicloidali, trasmissioni con organi flessibili. Principi della lubrificazione idrodinamica; i cuscinetti portanti.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Disegno tecnico industriale. Fisica matematica e modelli	
Metodo didattico: La didattica del corso si basa su lezioni teoriche, esercitazioni numeriche, esercitazioni in Laboratorio e seminari integrativi su alcuni argomenti della Meccanica in ambito navale.	
Materiale didattico: Appunti distribuiti durante il Corso.	
Modalità di esame: Colloquio orale su argomenti trattati nel Corso	

Insegnamento: Scienza delle costruzioni	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Francesco Russo Spena**	
Anno di corso: III	**Semestre:** I
Codice:	**SSD:** ICAR/08
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 56	**Ore di esercitazione:** 16

Obiettivi formativi:
Il corso si propone di fornire agli allievi gli elementi di base della meccanica dei solidi e delle strutture con riferimento al comportamento elastico del materiali, e gli strumenti per applicare le teorie studiate alle strutture composte da travature. Si propone inoltre di fornire alcune nozioni di specifico interesse nel campo dell'Ingegneria Navale.

Contenuti:
RICHIAMI DI ALGEBRA E CALCOLO TENSORIALE (Capitolo 0)
Vettori e tensori cartesiani. Operazioni sui vettori: prodotto scalare, vettoriale e tensoriale. Il tensore doppio unitario
Tensori doppi simmetrici e antisimmetrici. Forme quadratiche associate a tensori doppi. Operatori differenziali vettoriali: divergenza, gradiente e rotore di un campo tensoriale. Teorema della divergenza per campi vettoriali e tensoriali.

CINEMATICA DELLA DEFORMAZIONE (Capitolo 1)
Solidi e deformazioni. La trasformazione meccanica. Sistemi di riferimento: punti di vista euleriano e lagrangiano. La cinematica dell'atto di deformazione. Descrizione geometrica della trasformazione: Cambiamento di configurazione. Compatibilità geometrica
della trasformazione "locale". *Trasformazione di superfici elementari orientate: la formula di Nanson.* Isometrie e trasformazioni
rigide. Proprietà cinematiche della trasformazione. Tensore dei gradienti materiali delle posizioni. Composizione additiva di trasformazioni geometriche linearizzate. Le condizioni imposte dai vincoli: condizioni dì congruenza per i punti di frontiera.

IL LEGAME SPOSTAMENTI-DEFORMAZIONI (Capitolo 2)
Il tensore lagrangiano di deformazione infinitesima e la condizione di congruenza implicita. Il tensore Spin. Deformazione dell'intorno del punto. Misure di deformazione di second'ordine: tensore di Green-Lagrange. Misure ingegneristiche di
deformazione. Interpretazione fisica delle componenti di deformazione. Cambiamento del sistema di coordinate cartesiane. Direzioni principali di deformazione: autovalori e autovettori; ortogonalità. Rappresentazioni grafiche: quadriche di deformazione.
Dilatazione cubica. Tensore sferico e deviatorico. Integrabilità del tensore dì deformazione: equazioni di congruenza esplicita. Forma matriciale simbolica delle equazioni di congruenza esplicita. Esercizi sulla deformazione.

LA CINETICA DEGLI SFORZI INTERNI (Capitolo 3)
Le forze "esterne" applicate ai sistemi continui. Gli sforzi interni secondo il modello di Cauchy. Il tensore degli sforzi di Cauchy. Teoremi di Cauchy: teorema di azione e reazione o di reciprocità; teorema di rappresentazione o del tetraedro. Tensore sferico e
deviatorico. Rappresentazione geometrica di Mohr: circonferenze di Mohr; costruzione delle circonferenze principali; utilizzazione
della circonferenza nel caso piano. Direzioni e tensioni principali: autovalori e autovettori. Rappresentazioni grafiche: quadriche di tensione. Stato tensionale piano. Il legame di equilibrio tra forze volume e dì superficie e sforzi interni. Equazioni di equilibrio indefinite e ai limiti in forma tensoriale e matriciale.

LE RELAZIONI TRA TENSIONI E DEFORMAZIONI (Capitolo 4)
L'equazione costitutiva della elasticità lineare. Il tensore di elasticità. Simmetrie materiali: anisotropia, ortotropia e isotropia
elastica. Le costanti elastiche del materiale isotropo: descrizione fenomenologica: Modulo di elasticità normale o di Young, coefficiente di Poisson, prima e seconda costante di Lamé. Legame tensione-deformazione: equazioni di elasticità di Cauchy- Navier. Definita positività: limiti del modulo di Poisson. Determinazione delle costanti elastiche.

FORMULAZIONE DEL PROBLEMA DELL'EQUILIBRIO ELASTICO PER IL SOLIDO OMOGENEO
ISOTROPO (Capitolo 4)
Equazioni di Cauchy-Navier. Equazioni di Beltrami-Michell. Principio di sovrapposizione degli effetti.

IL LAVORO VIRTUALE DEI CARICHI DISTRIBUITI E DELLE TENSIONI (Capitolo 5)

RICHIAMI DI STATICA DEL CORPO RIGIDO (Capitolo 7)
Il solido monodimensionale o trave. I sistemi di travi nel piano. I vincoli esterni ed interni. I carichi agenti. Il principio di sezionamento: le caratteristiche della sollecitazione interna. Sistemi labili, iperstatici e isostatici. Rappresentazioni grafiche delle
caratteristiche della sollecitazione interna. Esercizi sui sistemi piani di travi ad asse rettilineo e curvilineo.

IL PROBLEMA DI SAINT-VENANT (Capitolo 8)
Impostazione del problema. Ipotesi geometriche. Ipotesi di carico. Ipotesi costitutive. Ipotesi sul tensore degli sforzi. Problema dell'equilibrio elastico. Postulato di Saint-Venant. Sollecitazioni semplici. Metodo semi-inverso. Equilibrio. Legame costitutivo.
Congruenza.

FORZA NORMALE (Capitolo 8)
Spostamenti. Deformazioni. Legame costitutivo. Stato di sforzo interno per la componente normale. Forza normale centrata.

FLESSIONE RETTA o SEMPLICE (Capitolo 8)
Spostamenti. Deformazioni. Legame costitutivo. Stato di sforzo interno per la componente normale. Asse neutro. Formula monomia. Curvatura flessionale. Rigidezza flessionale.

FLESSIONE DEVIATA (Capitolo 8)
Asse di sollecitazione, asse neutro e asse di flessione: relazioni rispetto all'ellisse centrale d'inerzia. Formula binomia e formula
monomia per la componente normale di sforzo. Forza normale eccentrica come sollecitazione composta di forza normale e flessione deviata. Asse di sollecitazione e asse neutro eccentrico.

TORSIONE (Capitolo 9)
Sollecitazione di torsione pura. Torsione della sezione circolare. Torsione della sezione generica. Cinematica: angolo specifico di
torsione o curvatura torsionale. Ingobbamento o warping. Legame costitutivo. Equilibrio. Stato di sforzo interno per le componenti tangenziali. Fattore di torsione e rigidezza torsionale. *Centro di torsione. Funzione flusso.* Analogia idrodinamica. Sezione rettangolare allungata: tensioni tangenziali, curvatura e rigidezza torsionale. Sezione sottile aperta come insieme di sezioni rettangolari allungate. Sezione sottile chiusa e formula di Bredt per la tensione tangenziale media e la curvatura torsionale. Sezioni sottili a connessione multipla.

FLESSIONE, TAGLIO E TORSIONE (Capitolo 9)
Sollecitazione di flessione e taglio secondo Jourawsky. Tensione tangenziale media su una corda. Sollecitazione sull'asse di
simmetria. Centro di taglio. Fattore di taglio. La sezione in "parete sottile". Determinazione approssimata del centro di taglio. Sezione sottile chiusa o bi-connessa.

IL MODELLO "TRAVE": TEORIA TECNICA (Capitoli 7 e 10)
Cinematica. Equazioni di equilibrio: caratteristiche della sollecitazione interna. Legame costitutivo. Problema dell'equilibrio
elastico: equazione differenziale della "linea elastica": integrazione diretta. Applicazioni. Principio dei lavori virtuali supplementato dalle equazioni costitutive dell'elasticità isotropa. Esercizi sulla determinazione di spostamenti "elastici" di strutture piane isostatiche. I sistemi piani di travi iperstatici: metodo delle forze o della congruenza. Esercizi sulla risoluzione dei sistemi "iperstatici" piani di travi: metodo delle forze o della congruenza
Travi "continue" ad asse rettilineo: l'equazione dei "tre momenti"

CRITERI DI SICUREZZA (Capitolo "Criteri di resistenza")
Impostazione probabilistica della "sicurezza strutturale". Carichi permanenti e carichi aleatori. I criteri di sicurezza: generalità.
Proprietà meccaniche dei materiali da costruzione "statisticamente omogenei e isotropi". Materiali fragili
Criterio della massima tensione normale (Galileo – Rankine). Criterio della massima dilatazione (Grashof). Criterio di Mohr- Coulomb. Materiali duttili. Criterio della massima tensione tangenziale (Saint-Venant). Criterio della massima energia di
deformazione (Beltrami). Criterio della massima energia di distorsione (Henky - Von Mises). Criterio della massima tensione
tangenziale ottaedrale. Tensioni "ideali" o "equivalenti": coefficiente di sicurezza. Metodo di verifica delle "Tensioni Ammissibili". Metodo di verifica degli "Stati Limite".

Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica II, Fisica generale II

Metodo didattico: Lezioni e esercitazioni

Materiale didattico: I capitoli tra parentesi sono contenuti negli "Appunti di Scienza delle Costruzioni", fornite dal docente. Gli argomenti in corsivo sono facoltativi

Modalità di esame: colloquio orale.

Insegnamento: Statica e geometria della nave	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: Guido Boccadamo	
Anno di corso: III	**Semestre:** I
Codice:	**SSD:** ING-IND/01
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 58	**Ore di esercitazione:** 14
Obiettivi formativi: Capacità di determinare gli elementi geometrici di una nave ed interpretare il disegno del piano di costruzione della sua carena. Capacità di comprendere i problemi inerenti alla stabilità della nave nelle sue diverse condizioni operative e capacità di risolvere tali problemi.	
Contenuti: Definizioni. Piano di costruzione. Elementi di idrostatica e geometria delle masse. Geometria delle carene isocline. Geometria delle carene isocarene. Calcoli delle carene dritte ed inclinate. Affinità geometrica. Disegnazione e calcolo assistiti dal calcolatore. Equilibrio dei corpi liberamente galleggianti. I galleggianti cilindrici. Determinazione delle posizioni di equilibrio della nave in condizioni integra ed in falla. Stabilità e criteri di stabilità delle navi allo stato integro. Incaglio e disincaglio. Studio statico del varo. Introduzione allo studio probabilistico della falla.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Fisica matematica e modelli	
Metodo didattico:lezioni frontali	
Materiale didattico: disponibile sul sito docente	
Modalità di esame:orale	

Insegnamento: Tecnologia delle Costruzioni Navali	
Modulo (ove presente la suddivisione in moduli)**:**	
Docente: **Antonio Campanile**	
Anno di corso: II	**Semestre:** II
Codice:	**SSD:** ING-IND/02
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 56	**Ore di esercitazione:** 16

Obiettivi formativi:
Conoscenza delle fondamentali tecnologie delle costruzioni navali, in termini di classificazione, materiali, collegamenti, sistemi strutturali, membrature principali, moduli di resistenza e tecniche di fabbricazione; capacità di interpretare e rappresentare graficamente le strutture navali.

Contenuti:
Classificazione delle navi: origini e sviluppi delle costruzioni navali; unità di misura e grandezze rilevanti per le Costruzioni Navali; definizione di nave e sue caratteristiche principali; classificazione per sostentamento, propulsione, navigazione, servizio e materiale da scafo; cenni di regolamentazione (RINa; IMO; Bordo Libero, Stazza, SOLAS, MARPOL); immersioni di dimensionamento e di progetto. Materiali da scafo: materiali da scafo e loro campi d'impiego; significato di leggerezza pei materiali strutturali; proprietà essenziali di legnami e compositi; processi di affinazione, disossidazione e laminazione, composizione chimica e proprietà meccaniche e tecnologiche degli acciai; classificazione degli acciai da scafo; classificazione e proprietà delle leghe leggere utilizzate per le costruzioni navali. Collegamenti saldati: principi informatori e classificazione dei processi di saldatura; le saldature a gas, ad arco con elettrodo rivestito, a filo continuo, TIG, FCAW, al plasma, ad arco sommerso, a elettroscoria, a elettrogas, al laser, arcosaldatura di prigionieri, FSW; classificazione e designazione dei giunti saldati; dimensionamento regolamentare dei cordoni di saldatura; i difetti superficiali ed interni delle saldature; i controlli non distruttivi delle saldature.
Definizione e rappresentazione degli scafi in acciaio: definizione di scafo e trave scafo; nomenclatura specifica; sforzi locali e globali; articolazione generale delle strutture dello scafo; finalità delle
membrature principali; sistemi trasversale, longitudinale e misto; l'intervallo di ossatura; questioni di allineamento e continuità; convenzioni del disegno delle strutture navali; caratteristiche di lamiere, barre, profilati; proprietà geometriche delle figure piane; il modulo di resistenza delle travi e della sezione maestra; corrosione e protezione dello scafo; dimensioni lorde e nette; le strutture del fondo, del fianco e del ponte; i boccaporti; puntelli e paratie piane e corrugate; le strutture di prora e di poppa; configurazioni strutturali tipiche.
La costruzione degli scafi in acciaio: organizzazione generale dei cantieri navali; il cantiere ideale ed il cantiere virtuale; mezzi di sollevamento e trasporto; preparazione, tracciatura, taglio e sagomatura di lamiere e profilati; tecniche di prefabbricazione e sequenze di costruzione.

Prerequisiti / Propedeuticità: Disegno Tecnico Industriale

Metodo didattico: lezioni frontali, esercitazioni guidate.

Materiale didattico: Campanile A. "Tecnologia delle Costruzioni Navali". Per approfondire: Eyres D.J. "Ship Construction", Butterworth-Heinemann Ltd., 1994.

Modalità di esame: prova orale finale con discussione di elaborati.

Insegnamento: Tecnologia meccanica	
Modulo:	
Docente: **prof. Luigi Nele**	
Anno di corso: II	**Semestre:** II
Codice:	**SSD:** ING-IND/16
CFU: 9	**Ore:** 72
Ore di lezione: 62	**Ore di esercitazione:** 10

Obiettivi formativi:
Il corso si propone di fornire conoscenze sulle tecnologie di fabbricazione, lavorazione e di giunzione con particolare riguardo all'industria navale. L'allievo sarà in grado di valutare un ciclo produttivo sia di strutture in lega metallica che in materiali compositi, facendo particolare riferimento alla capacità di scelta del processo tecnologico, alla definizione dei parametri tecnologici, dei regimi termici, di prevedere le strutture finali e di controllare il prodotto. Inoltre saranno fornite conoscenze di base per l'automazione ed il controllo di processi produttivi avanzati, senza trascurare cenni agli aspetti economici e di impatto ambientale delle

Contenuti:
Principi di struttura della materia
1. Richiami sui legami atomici. Reticoli cristallini. Difetti nei reticoli cristallini. Ricristallizzazione.
Interpretazione delle proprietà fisico-meccaniche in termini di struttura.

2 Prove meccaniche
1. Introduzione alle prove meccaniche: tipi di prove, scopi e normative. Prove statiche. Attrezzature per prove meccaniche.
2. La curva s-e. Fenomeni dello snervamento e dell'incrudimento. Strizione. Misura dei moduli elastici.

Misura delle sollecitazioni e degli allungamenti notevoli.
3. Cenni sulla prova di compressione e sulla prova di flessione.
4. Prove di durezza. Definizione della durezza e regole generali. Prova di durezza Brinell; Vickers; Rockvell C. Prova Poldi e prova di microdurezza. Legame fra durezza e resistenza per gli acciai.
5. Prove dinamiche. Prova di resilienza e definizione di tenacità. Pendolo Charpy, tipi di provette.
6. Prova di fatica. Definizioni. Spettri e modalità di carico. Costruzione delle curve di Whöler e Height.

3 Leghe metalliche
1. Solubilità allo stato solido e liquido. Regole di Hume-Rothery**,** Legge delle fasi o di Gibbs, passaggi di stato liquido-solido. Soluzioni sostituzionali e interstiziali. Soluzioni soprassature. Composti intermetallici.
2. Diagrammi di stato.
3. Diagramma ferro – carbonio e ferro-cementite.
4. Leghe leggere.

4 Trattamenti termici
1. Equilibrio stabile e metastabile. Trasformazioni adiffusionali. Legame fra struttura e proprietà.
2. Tempra martensitica. Diagramma di stato ferro cementite. Strutture di non equilibrio degli acciai.

Trattamenti termici degli acciai, diagrammi TTT, IT e CCT.
3. Tempra di soluzione. Trattamenti termici delle leghe leggere. Proprietà meccaniche in funzione del trattamento termico.
4. Temprabilità degli acciai: prova Jominy, temprabilità Grossmann, effetto della percentuale di carbonio

e della percentuale di elementi di alligazione.
5. Trattamenti termici superficiali: tempra superficiale e carbocementazione.

6 Materiali compositi
1. Materiali compositi: Definizioni, caratteristiche delle fibre e delle matrici.

4. Impianti di saldatura. Generatori tradizionali e ad inverter.
5. Automazione. Sensori. Sistemi di visione. Tipologie di controlli.
6. Tecniche di incollaggio. Cenni di fisica delle superfici. Trattamenti superficiali per l'incollaggio.

8 Fonderia

1. Solidificazione di leghe metalliche.
2. Modulo di raffreddamento. Materozze. Sistemi di colata.
3. Tecniche di fonderia: fonderia in terra, materiali, formatura; fonderia in conchiglia, materiali, fabbricazione.
4. Difetti

9 Lavorazioni per deformazione plastica

1. Principi generali delle lavorazioni per deformazione plastica. Lavorazioni a caldo e a freddo.
2. Parametri di deformazione. Resistenza alla deformazione. Forza e lavoro di deformazione plastica.
   Rendimento.
3. Laminazione.
4. Estrusione.
5. Forgiatura.
6. Lavorazioni delle lamiere: taglio, stampaggio, piegatura, imbutitura, calandratura.

10 Lavorazioni per asportazione di truciolo

1. Taglio dei materiali. Nomenclatura. Angoli di taglio e geometrie degli utensili.
2. Macchine utensili e moti caratteristici.
3. Centri di lavoro
4. Controlli numerici delle macchine utensili.

5. Taglio dei materiali compositi. Foratura. Difettosità.

Prerequisiti / Propedeuticità: Chimica, Analisi Matematica I, Fisica generale I

Metodo didattico: lezioni in aula con video proiezione; seminari su tecnologie speciali; esercitazioni in laboratorio; visite in aziende**.**

Materiale didattico: testi. Appunti redatti dal docente**.**

Modalità di esame: Orale. Possibilità di prove intercorso per gli iscritti in regola**.**

Calendario delle attività didattiche - a.a. 2016/2017

	Inizio	Termine
1° periodo didattico	20 settembre 2016	16 dicembre 2016
1° periodo di esami [(a)]	17 dicembre 2014	4 marzo 2017
2° periodo didattico	6 marzo 2017	9 giugno 2017
2° periodo di esami [(a)]	10 giugno 2017	31 luglio 2017
3° periodo di esami [(a)]	29 agosto 2017	30 settembre 2017

(a): per allievi in corso

Referenti del Corso di Studio

Coordinatore Didattico del Corso di Studio in Ingegneria Navale: Prof. Guido Boccadamo – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081/7683313 - e-mail: guido.boccadamo@unina.it.

Referente del Corso di Studio per il Programma SOCRATES/ERASMUS: Prof. Flavio Balsamo – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081/7683312 - e-mail: flavio.balsamo@unina.it.