STRUTTURA	Scuola Politecnica - DICGIM
ANNO ACCADEMICO	2015-2016
CORSO DI LAUREA	Ingegneria Chimica
INSEGNAMENTO	**Scienza delle Costruzioni**
TIPO DI ATTIVITÀ	Caratterizzante
AMBITO DISCIPLINARE	Ingegneria dei Materiali
CODICE INSEGNAMENTO	06313
ARTICOLAZIONE IN MODULI	NO
NUMERO MODULI	
SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI	ICAR/08
DOCENTE RESPONSABILE	Nome e Cognome - Guido Borino Qualifica - Professore Ordinario Università di appartenenza - Palermo
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	147
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE	78 42 ore di Lezioni + 36 ore di esercitazioni
PROPEDEUTICITÀ	Non è richiesto il preventivo superamento di altri esami. E' tuttavia essenziale avere seguito ed avere studiato approfonditamente corsi di Analisi Matematica, Geometria, Fisica e Meccanica Razionale.
ANNO DI CORSO	II
SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI	Consultare il sito politecnica.unipa.it
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali e Esercitazioni in aula
MODALITÀ DI FREQUENZA	Facoltativa (frequenza fortemente raccomandata)
METODI DI VALUTAZIONE	Prova Scritta in itinere. Prova scritta finale. Prova Orale finale,
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
PERIODO DELLE LEZIONI	Consultare il sito politecnica.unipa.it
CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE	Consultare il sito politecnica.unipa.it
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	Lunedi ore 11:00-13:00

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione

- Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle problematiche inerenti la meccanica dei materiali e delle strutture. Avrà confidenza con i concetti legati allo stato deformativo, allo stato tensionale e alle relazioni costitutive elastico-lineari che caratterizzano un materiale. Conoscerà le principali relazioni che governano la risposta di sistemi strutturali in termini di spostamenti, deformazioni e sollecitazioni. In particolare lo studente sarà in grado di comprendere le modalità di risposta di travi soggette a sollecitazioni semplici e composte.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

- Lo studente dovrà essere in grado di: determinare la condizione e il grado di ipo-, iso-, iper-staticità di una struttura formata da aste; determinare e governare l'equilibrio, esterno ed interno, globale e locale, di una struttura, e descriverlo, numericamente, analiticamente e

graficamente; imporre le condizioni di congruenza e di compatibilità di una struttura; conoscere le proprietà fisico-meccaniche, di resistenza ed elastiche, dei principali materiali, tradizionali e moderni; saper determinare le tensioni e le direzioni principali nel punto e descriverli appropriatamente, sia analiticamente che graficamente; saper determinare i diagrammi delle tensioni dovute alle sollecitazioni semplici e, composte del solido di Saint Venant e descriverle graficamente; calcolare gli spostamenti e le deformazioni elastiche e termiche di strutture elementari; determinare le incognite iperstatiche e gli stati di sollecitazione e spostamento di strutture iper-statiche; determinare i carichi critici e la condizione di sicurezza di aste rettilinee caricate di punta.

Autonomia di giudizio *(Making judgments)*

- Lo studente sarà stimolato alla riflessione critica e alla autonoma valutazione circa:
  - la validità ed i limiti di approssimazione dei modelli fenomenologici che caratterizzano il comportamento elastico-lineare dei materiali e delle strutture.
  - le condizioni di applicabilità dei modelli strutturali comunemente adottati per descrivere strutture reali;
  - gli ambiti di utilizzo della teoria tecnica della trave ed dei relativi criteri di sicurezza strutturale:
  - Adeguatezza statica di sistemi strutturali, opportune condizioni di vincolo e forma e dimensione ottimale delle sezioni trasversali di strutture inflesse.

Abilità comunicative *(Communication skills)*

- Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Nelle lezioni e nelle esercitazioni viene particolarmente curata la modalità di comunicazione tali da consentire allo studente di sostenere conversazioni su tematiche relative agli aspetti fondamentali della disciplina (stato di tensione e deformazione nei solidi e nelle strutture, classificazione strutturale, reazioni dei vincoli e condizioni di massima sollecitazione) facendo ricorso ad una terminologia scientifica adeguata, e agli strumenti della rappresentazione matematica dei principali fenomeni meccanici descritti. Saranno attivate tecniche di discussione in pubblico da parte degli studenti e sollecitate discussioni fra gli studenti su argomenti trattati nel corso

Capacità d'apprendimento *(Learning skills)*

- Lo studente avrà appreso i principi fondamentali della analisi meccanica dei materiali e delle strutture. Avrà appreso le basi del comportamento meccanico dei materiali e ne comprenderà le proprietà di rigidezza e di resistenza. Queste conoscenze contribuiranno alla formazione del suo bagaglio di conoscenze di meccanica applicata ai materiali ed alle strutture e rappresenta una formazione di base ingegneristica fondamentale che gli consentirà di proseguire gli studi ingegneristici, approfondendo nei corsi successivi aspetti di natura progettuale di materiali e strutture forte di un bagaglio di conoscenze di Scienza delle Costruzioni che gli consentiranno autonomia e discernimento

OBIETTIVI FORMATIVI DEL CORSO

Obiettivo primario del corso è fornire le cognizioni di base della meccanica del continuo e dei materiali unitamente ad elementi della teoria delle strutture, sviluppati nella specifica attinenza al settore applicativo della ingegneria chimica e dei materiali. Nella formulazione dei presupposti teorici (meccanica del continuo, teoria della trave) si cerca pertanto di mettere a fuoco le relazioni fondamentali: equilibrio, congruenza, principio dei lavori virtuali, equazioni di legame. In vista delle applicazioni, la teoria della trave viene ampiamente sviluppata in una specifica parte del corso di lezione; mentre, in parallelo, il corso di esercitazione sviluppa gli aspetti numerico-applicativi di semplici sistemi strutturali.

Il corso si pone da un punto di vista metodologico come uno snodo essenziale fra gli insegnamenti

di base (matematica, geometria, fisica e meccanica razionale) di cui impiega lo stesso rigore formale, e gli insegnamenti strettamente ingegneristici relativi alla progettazione e verifica di resistenza dei materiali e delle strutture.
La verifica finale che si sviluppa secondo una prova scritta ed un colloquio orale nelle quali lo studente deve dimostrare di aver appreso i concetti fondamentali introdotti e di aver conseguito un adeguato livello di conoscenza degli argomenti specifici. Lo studente deve inoltre dimostrare di saper utilizzare autonomamente gli strumenti forniti cimentandosi nella risoluzione di problemi semplici ma paradigmatici di casi strutturali. Il meccanismo di apprendimento si fonda sul coinvolgimento diretto dello studente in esercitazioni pratiche tenute in aula, ove vengono risolti insieme al docente degli esercizi applicativi sugli argomenti trattati nelle lezioni teoriche.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
1	**A. TEORIA DELLE STRUTTURE** **1A. Introduzione** Tematiche e finalità della meccanica dei materiali e delle strutture
3	**2A. Sistemi rigidi** Cinematica, configurazioni ammissibili, Teorema di Eulero; Vincoli, molteplicità statica, cinematica e classificazione; Reazione dei vincoli; Equazioni cardinali della statica; Principio dei lavori virtuali per le condizioni di equilibrio
2	**3A. Sistemi di travi** Classificazione cinematica delle strutture; Classificazione statica (isostaticità, iperstaticità e labilità), Sollecitazioni per strutture formate da travi, Lavoro ed energia, Principio dei Lavori virtuali
1	**4A. Geometria delle Aree** Momenti del primo ordine, teorema del trasporto, baricentro, momenti del secondo ordine, ellisse centrale di inerzia, Studio di sezioni semplici e complesse
3	**5A. Risoluzione di strutture isostatiche** Reazioni dei vincoli interni ed esterni, diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione, Sforzo Normale, Taglio e Momento Flettente. Applicazione del principio dei lavori virtuali per la ricerca di reazioni e sollecitazioni
2	**6A. Teoria Tecnica della Trave** Caratteristiche di sollecitazione e di deformazione per travi inflesse. Equazioni indefinite di equilibrio per travi inflesse e condizioni al contorno. Ipotesi di conservazione piana delle sezioni e equazioni di congruenza. Relazione costitutiva per travi inflesse.
1	**7A. Risoluzione di strutture iperstatiche** Metodo delle forze e incognite iperstatiche, Lavoro interno, Metodo di Muller-Breslau.,
6	**B. MECCANICA DEI SOLIDI DEFORMABILI** **1B. Statica** Solido continuo. Equilibrio globale, definizione vettore tensione; Decomposizione del vettore tensione, componente normale e tangenziale; Componenti cartesiane della tensione e matrice delle tensioni; Simmetria delle matrice delle tensioni; Relazione di Cauchy; Direzioni, piani e tensioni principali; Invarianti della matrice tensione; Classificazione degli stati di tensione (cubico cilindrico e idrostatico) Stato piano di tensione, tensioni normali e tangenziali massime, Rappresentazione del Mohr, Equazioni indefinite di equilibrio e equazioni di equilibrio sul contorno libero
3	**2B. Cinematica** Deformazioni e vincolo di continuità; Analisi della deformazione nell'intorno di un punto (linearizzazione); Decomposizione del vettore gradiente di spostamento; Matrice della deformazione; Deformazione longitudinale, angolare (scorrimento) e moto rigido; Deformazione volumetrica e deviatorica; Direzioni principali e deformazioni principali; Stato di deformazione triassiale, piano e monoassiale. Equazioni di congruenza
3	**3B. Relazioni costitutive elastico-lineare** Solido omogeneo ed isotropo; Prova monoassiale ed elasticità lineare; Modulo elastico longitudinale, a taglio e coefficiente di Poisson; Equazioni costitutive in forma diretta ed inversa; Effetto delle variazioni termiche; solidi ortotropi; Problema lineare elastico ed equazioni di Navier;

1	**4B. Cenni su criteri di resistenza** Materiali fragili e duttili; Criterio della massima tensione principale; Criterio della massima deformazione; Criterio di Tresca e di von Mises.
3	**C. PRBLEMA DI DE SAINT VENANT PER TRAVI** **1C. Generalità** Problema di de Saint Venant; Travi spaziali e travi piane ad asse rettilineo; Sezione trasversale e caratteristiche di sollecitazione; Equazioni di congruenza e di equilibrio;
2	**2C. Sforzo normale** Stato di deformazione uniforme e distribuzione delle tensioni, Variazioni uniformi della temperatura, Deformabilità e rigidezza assiale, Equazione differenziale dell'equilibrio e condizioni al contorno, Esempi di travi isostatiche, iperstatiche.
3	**3C. Flessione semplice** Teoria di Bernoulli-Navier; Stato di deformazione e curvatura flessionale, Distribuzione delle tensioni e asse neutro; Rigidezza e deformabilità flessionale; Equazioni differenziali di equilibrio e condizioni al contorno; Equazione differenziale della linea elastica; Travi composte.
2	**4C. Presso-flessione** Presso-flessione retta e deviata; Distribuzione delle tensioni e asse neutro; Verifiche di sezioni con due assi o con un asse di simmetria.
2	**5C. Flessione deviata e presso-flessione deviata** Sforzo normale eccentrico e piano di sollecitazione; Distribuzione degli sforzi e asse neutro; Nocciolo centrale di inerzia di una sezione, Verifiche di sezioni.
2	**6C. Taglio** Tensioni tangenziali e sforzo di taglio; Equilibrio e stato di deformazione delle sezioni; Equazione di Jourawsky; Rigidezza e deformabilità a taglio; Verifica di sezioni a semplice e a doppio asse di simmetria.
2	**7C. Torsione** Cinematica della deformazione di travi con sezione a simmetria polare; Distribuzione degli scorrimenti e delle tensioni tangenziali; Rigidezza e deformabilità torsionale; Travi con sezione a pareti sottili e relazione di Bredt;
	ESERCITAZIONI
2	**2A. Esercizi ed Applicazioni sui Sistemi rigidi** Cinematica, configurazioni ammissibili, Teorema di Eulero; Vincoli, molteplicità statica, cinematica e classificazione; Reazione dei vincoli; Equazioni cardinali della statica; Principio dei lavori virtuali per le condizioni di equilibrio
6	**3A. Esercizi ed Applicazioni sui Sistemi di travi** Classificazione cinematica delle strutture; Classificazione statica (isostaticità, iperstaticità e labilità), Sollecitazioni per strutture formate da travi, Lavoro ed energia, Principio dei Lavori virtuali
2	**4A. Esercizi ed Applicazioni sulla Geometria delle Aree** Momenti del primo ordine, teorema del trasporto, baricentro, momenti del secondo ordine, ellisse centrale di inerzia, Studio di sezioni semplici e complesse
6	**5A. Risoluzione di strutture isostatiche** Reazioni dei vincoli interni ed esterni, diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione, Sforzo Normale, Taglio e Momento Flettente. Applicazione del principio dei lavori virtuali per la ricerca di reazioni e sollecitazioni
1	**6A. Esercizi ed Applicazioni sulla Teoria Tecnica della Trave** Equazioni indefinite di equilibrio per travi inflesse e condizioni al contorno. Ipotesi di conservazione piana delle sezioni e equazioni di congruenza
6	**7A. Risoluzione di strutture iperstatiche** metodo delle forze e incognite iperstatiche, Lavoro interno, Principio dei lavori virtuali, Teoremi energetici: Clapeyron, Betti e Maxwell. Applicazioni e risoluzione di strutture iperstatiche
2	**B. MECCANICA DEI SOLIDI DEFORMABILI** **1B. Esercizi ed Applicazioni di Statica del continuo** Vettore tensione; Decomposizione del vettore tensione, componente normale e tangenziale;

	Componenti cartesiane della tensione e matrice delle tensioni; Direzioni, piani e tensioni principali; Invarianti della matrice tensione; Stato piano di tensione, tensioni normali e tangenziali massime, Rappresentazione del Mohr.
2	**C. PRBLEMA DI DE SAINT VENANT PER TRAVI** **C2 Esercizi ed Applicazioni per travi soggette a Sforzo normale** Stato di deformazione uniforme e distribuzione delle tensioni, Variazioni uniformi della temperatura, Deformabilità e rigidezza assiale, Equazione differenziale dell'equilibrio e condizioni al contorno, Esempi di travi isostatiche, iperstatiche. Travature reticolari piane.
2	**C3. Esercizi ed Applicazioni per travi soggette a Flessione semplice** Teoria di Bernoulli-Navier; Stato di deformazione e curvatura flessionale, Distribuzione delle tensioni e asse neutro; Rigidezza e deformabilità flessionale; Equazioni differenziali di equilibrio e condizioni al contorno; Equazione differenziale della linea elastica; Travi composte; Cenni alla teoria di Timoshenko; Applicazioni a semplici travi vincolate isostaticamente e iperstaticamente;
1	**C4. Esercizi ed Applicazioni per travi soggette a Presso-flessione** Presso-flessione retta e deviata; Distribuzione delle tensioni e asse neutro; Verifiche di sezioni con due assi o con un asse di simmetria.
2	**C5. Esercizi ed Applicazioni per travi soggette a Flessione deviata e presso-flessione deviata** Sforzo normale eccentrico e piano di sollecitazione; Distribuzione degli sforzi e asse neutro; Nocciolo centrale di inerzia di una sezione, Verifiche di sezioni.
2	**C6. Esercizi ed Applicazioni per travi soggette a Taglio** Tensioni tangenziali e sforzo di taglio; Equilibrio e stato di deformazione delle sezioni; Equazione di Jourawsky; Rigidezza e deformabilità a taglio; Verifica di sezioni a semplice e a doppio asse di simmetria
2	**C.7 Esercizi ed Applicazioni per travi soggette a Torsione** Travi con sezione a simmetria polare; Distribuzione degli scorrimenti e delle tensioni tangenziali; Applicazioni a trivi iso e iper-statiche; Travi con sezione a pareti sottili e relazione di Bredt;
TESTI CONSIGLIATI	• L. Gambarotta, L. Nunziante, A. Tralli, **Scienza delle Costruzioni**, McGraw-Hill, 2003 • C. Polizzotto, **Scienza delle Costruzioni**, Ed. Cogras, 1985. • F.P. Beer, R.R. Johnston. J.T. DeWolf, **Meccanica dei Solidi**, McGraw-Hill, 2006 • M. Capurso, **Lezioni di Scienza delle Costruzioni**, Pitagora, 1995 • E. Viola, **Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni**, Pitagora, 1988