



## Dipartimento di Architettura e Territorio – dArTe

### Corso di Studio in Architettura quinquennale – Classe LM-4

Corso di Studio	Corso di Laurea Magistrale a Ciclo unico in Architettura- Classe LM-4
Codice insegnamento	1001145
Docente	ALBA SOFI
Insegnamento	MECCANICA DELLE STRUTTURE
Ambito disciplinare	Analisi e progettazione strutturale per l'architettura
Settore Scientifico Disciplinare	ICAR/08-Scienza delle Costruzioni
Numero di CFU	6
Ore di insegnamento	60
Anno di Corso	II
Semestre	I

#### Descrizione sintetica dell'insegnamento e obiettivi formativi

Il Corso di Meccanica delle Strutture affronta lo studio della cinematica e statica dei solidi deformabili idealizzati come mezzi continui secondo il modello di Cauchy, il comportamento costitutivo dei materiali e la loro resistenza, la teoria strutturale della trave, la soluzione di De Saint Venant per solidi cilindrici e la sua applicazione allo studio delle travi elastiche, le verifiche di resistenza.

La trattazione teorica è affiancata da numerosi esempi applicativi volti all'acquisizione degli strumenti metodologico-operativi nonché a mostrare il legame esistente tra modelli analitici e strutture reali.

Gli studenti dovranno acquisire le conoscenze sugli aspetti teorico-scientifici oltre che metodologico-operativi della Scienza delle Costruzioni e la capacità di utilizzare tali conoscenze al fine di analizzare il comportamento fisico-meccanico di un organismo strutturale ed effettuare la verifica di resistenza dei singoli elementi strutturali.

Nell'ottica di una formazione multidisciplinare dell'allievo architetto, il Corso avvierà un processo di integrazione tra la concezione architettonica e il rigore tecnico-scientifico proprio della Scienza delle Costruzioni che condurrà alla piena consapevolezza del comportamento strutturale quale elemento essenziale nella fase di progettazione di un'opera.

#### Prerequisiti

Conoscenze acquisite nel Corso di "Istituzioni di Matematica" (propedeutico): algebra elementare, calcolo differenziale e integrale, studio delle funzioni. Conoscenze di base di geometria, trigonometria e algebra matriciale.

Conoscenze acquisite nel Corso di "Statica" (propedeutico): teoria dell'equilibrio; elementi di teoria dei vettori; statica e cinematica del corpo rigido vincolato; geometria delle aree.

#### Programma del corso

##### **Analisi dello stato di tensione**

Continuo di Cauchy. Definizione di tensione secondo Cauchy. Teorema di Cauchy. Tensore di tensione e significato fisico delle sue componenti. Invarianti di tensione. Tensioni e direzioni principali di tensione. Classificazione dello stato di tensione: triassiale, biassiale o piano, monoassiale o lineare. Equazioni indefinite di equilibrio. Equazioni di equilibrio al contorno.

##### **Analisi dello stato di deformazione**

Il continuo deformabile. Cambiamento di configurazione congruente. Ipotesi di spostamenti infinitesimi. Spostamento infinitesimo nell'intorno di un punto. Tensore di rotazione rigida. Tensore di deformazione pura e significato fisico delle sue componenti. Invarianti di deformazione. Deformazioni e direzioni principali di deformazione. Classificazione dello stato di deformazione: triassiale, biassiale o piano, monoassiale o lineare.

##### **Il legame costitutivo**

Prove sperimentali di trazione e di compressione monoassiale. Comportamento elastico dei materiali. Materiali fragili e duttili. Legame elastico-lineare in materiali isotropi. Definizione ingegneristica delle costanti

elastiche.

### **Il problema dell'equilibrio elastico**

Formulazione del problema. Esistenza e unicità della soluzione. Cenni al metodo degli spostamenti e al metodo delle forze.

### **La teoria strutturale della trave**

Il modello cinematico per la trave piana ad asse rettilineo. Modello di Eulero-Bernoulli. Spostamenti e deformazioni generalizzate. Forze e sforzi generalizzati. Le condizioni di equilibrio. Il legame elastico-lineare isotropo. Formulazione e soluzione del problema elastico. L'equazione della linea elastica. Cedimenti vincolari elastici e anelastici. Distorsioni termiche. Il principio dei lavori virtuali per la trave di Eulero-Bernoulli. Calcolo degli spostamenti di sistemi di travi elastiche: il metodo dell'equazione della linea elastica, il metodo basato sul principio dei lavori virtuali (per strutture isostatiche). Risoluzione di sistemi iperstatici: il metodo delle forze (o della congruenza); il principio dei lavori virtuali come applicazione automatica del metodo della congruenza (equazioni di Müller-Breslau).

### **Il problema di De Saint Venant**

Formulazione del problema. Postulato di De Saint Venant. Sforzo normale centrato. Flessione semplice. Flessione composta. Torsione: la sezione circolare, analogie con altri fenomeni fisici, soluzioni approssimate per profili aperti e chiusi in parete sottile. Flessione con taglio costante: trattazione approssimata di Jourawsky, il centro di taglio, le sezioni compatte, profili in parete sottile aperti e chiusi.

### **Il limite elastico**

Criteri di resistenza per materiali fragili: criterio della massima tensione normale o di Galileo-Rankine. Criteri di resistenza per materiali duttili: criterio di Huber-Von Mises, criterio della massima tensione tangenziale o di Tresca. I domini elastici. Particolarizzazione al caso piano. Verifiche di resistenza elastica mediante il metodo delle tensioni ammissibili.

## **Risultati attesi**

### **Conoscenza e capacità di comprensione** (descrittore di Dublino 1)

Conoscenze e capacità di comprensione degli aspetti di carattere teorico e applicativo riguardanti la cinematica e statica dei solidi deformabili idealizzati come mezzi continui secondo il modello di Cauchy, il comportamento costitutivo dei materiali e la loro resistenza, la teoria strutturale della trave, la soluzione di De Saint Venant per solidi cilindrici e la sua applicazione allo studio delle travi elastiche, le verifiche di resistenza. Tali conoscenze verranno acquisite mediante la partecipazione alle lezioni e l'uso di libri di testo avanzati.

### **Conoscenza e capacità di comprensione applicate** (descrittore di Dublino 2)

Capacità di applicare le conoscenze teoriche acquisite per definire un modello matematico di un problema strutturale reale tenendo conto delle caratteristiche del materiale ed analizzarne il comportamento mediante appropriati metodi di soluzione. In particolare, lo studente dovrà essere in grado di risolvere sistemi strutturali piani iperstatici costituiti da insiemi di travi elastiche soggetti ad assegnati carichi esterni attraverso la determinazione delle reazioni vincolari, il tracciamento dei diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione, il calcolo degli spostamenti, delle deformazioni e delle tensioni. Inoltre, lo studente dovrà acquisire la capacità di selezionare ed applicare un appropriato criterio di resistenza.

### **Autonomia di giudizio** (descrittore di Dublino 3)

Capacità di interpretare i risultati ottenuti dall'analisi di sistemi strutturali (reazioni vincolari, diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione, spostamenti, deformazioni e tensioni) ed utilizzarli nella pratica progettuale.

### **Abilità comunicative** (descrittore di Dublino 4)

Capacità di: i) comunicare le conoscenze teoriche adottando una terminologia propria della Scienza delle Costruzioni; ii) descrivere i problemi strutturali ed i metodi di soluzione; iii) rappresentare graficamente e commentare i risultati ottenuti dall'analisi di sistemi strutturali.

### **Capacità di apprendere** (descrittore di Dublino 5)

Capacità di apprendimento dei contenuti teorici ed applicativi del Corso mediante la partecipazione alle lezioni e lo studio di libri di testo avanzati. Tale capacità consentirà allo studente di intraprendere lo studio di discipline affini.

## Tipologia delle attività formative

Lezioni (*ore/anno in aula*):36

Esercitazioni (*ore/anno in aula*):24

Esercitazioni guidate facoltative fuori dall'orario di lezione (*ore/anno in aula*): 10

### **Calendario delle attività formative**

Settimane 1-4: Argomenti teorici

Settimana 5: Esercitazioni

Settimana 6: Argomenti teorici

Settimana 7: Esercitazioni

Settimana 8: Argomenti teorici

Settimana 9: Esercitazioni

Settimana 10: Argomenti teorici

Settimana 11: Argomenti teorici ed esercitazioni

Settimana 12: Esercitazioni

## Lavoro autonomo dello studente

Il lavoro autonomo dello studente consisterà nelle seguenti attività (90 ore):

- studio e approfondimento sui libri di testo degli argomenti di carattere teorico e applicativo trattati durante le ore di didattica frontale;
- svolgimento di esercitazioni riguardanti sistemi di travi iperstatici, calcolo degli spostamenti di sistemi isostatici, linea elastica, solido di De Saint Venant, verifiche di resistenza mediante il metodo delle tensioni ammissibili;
- svolgimento delle esercitazioni assegnate dal Docente e obbligatorie per l'ammissione all'esame di profitto.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'apprendimento verrà verificato in una fase intermedia e finale.

La verifica intermedia consisterà nella consegna di esercitazioni obbligatorie per l'ammissione alla fase di verifica finale. Le esercitazioni potranno essere consegnate solo dagli studenti che avranno raggiunto una frequenza non inferiore al 70% (Art. 14 del Regolamento Didattico).

La verifica finale (esame di profitto) consisterà in una prova scritta, concernente quesiti di natura sia applicativa (2 o 3) che teorica (da 2 a 4), e un colloquio orale sugli argomenti trattati nel Corso.

La prova scritta e il colloquio orale si terranno nello stesso appello. Durante la prova scritta non è possibile consultare libri o appunti né utilizzare dispositivi elettronici.

La votazione, espressa in trentesimi, verrà assegnata sulla base del livello di raggiungimento dei risultati attesi secondo gli indicatori di Dublino.

## Materiale didattico consigliato

Teoria:

-Paolo Casini, Marcello Vasta, *Scienza delle Costruzioni*. Quarta edizione. Città Studi, Novara, 2019.

Ferdinand P. Beer, E. Russel Johnston, Jr., John T. DeWolf, David F. Mazurek, *Meccanica dei solidi. Elementi di Scienza delle Costruzioni*. Edizione italiana a cura di Massimo Cuomo. V edizione. McGraw-Hill Education, Milano, 2014.

Claudia Comi, Leone Corradi dell'Acqua, *Introduzione alla Meccanica Strutturale*. Terza edizione. McGraw-Hill Education, Milano, 2012.

Applicazioni:

-Erasmus Viola, *Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni*. Vol. 2. Pitagora Editrice, Bologna, 1993.