



ANNO ACCADEMICO: 2016-2017

INSEGNAMENTO/MODULO: Scienza delle Costruzioni

TIPOLOGIA DI ATTIVITÀ FORMATIVA: Base

DOCENTE: Claudio Franciosi

e-mail: [claudio.franciosi@unibas.it](mailto:claudio.franciosi@unibas.it)

sito web: [scienzadellecostruzioni.co.uk](http://scienzadellecostruzioni.co.uk)

[franciosi@scienzadellecostruzioni.co.uk](mailto:franciosi@scienzadellecostruzioni.co.uk)

telefono: 0971/205060

cell. di servizio (facoltativo):

Lingua di insegnamento: Italiano

n. CFU: 12

n. ore: 120,  
60 di teoria  
60 di Esercitazioni

Sede: Potenza  
Dipartimento/Scuola:SI

Semestre:  
Corso Annuale

#### OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO

Il Corso di Scienza delle Costruzioni applica le conoscenze di base, acquisite nel primo anno accademico, alla formulazione di una teoria rigorosa del corpo solido elastico, per poi applicare tale teoria all'analisi delle strutture monodimensionali (travi) e bidimensionali (telai piani).

Il corso viene svolto in due parti uguali: in circa sessanta ore si studiano i modelli di base del solido linearmente elastico, della lastra piana, della trave snella e della trave tozza, giungendo ad impostare i relativi problemi ai limiti. Contestualmente, in altre sessanta ore si applicano tali risultati all'analisi delle strutture mono e bidimensionali, impostando i fondamenti del metodo delle forze (principio delle forze virtuali) e del metodo degli spostamenti (equazioni della linea elastica).

Alla fine del corso lo studente dovrà essere in grado di utilizzare responsabilmente questi due approcci, dimostrando la sua capacità di scelta in base alla geometria ed ai carichi della struttura in esame.

Per il metodo delle forze, egli dovrà:

1. riconoscere la labilità, l'isostaticità o la iperstaticità della struttura
2. per una struttura labile, individuare i centri di rotazione e tracciare i relativi cinematici, sia graficamente sia scrivendo le equazioni di vincolo
3. per una struttura isostatica, ricavare le reazioni vincolari e tracciare i diagrammi delle caratteristiche. sia in via grafico-simbolica, sia scrivendo (e risolvendo) le opportune equazioni di equilibrio. Inoltre egli dovrà saper calcolare le componenti di spostamento di una generica sezione utilizzando il principio dei lavori virtuali e/o le analogie di Mohr
4. per una struttura iperstatica, identificare e calcolare le incognite iperstatiche, dimostrando capacità di giudizio nella scelta opportuna di tali incognite. A ciò fare, lo studente dovrà saper scrivere le equazioni di congruenza, sia in modo diretto, sia applicando opportunamente il principio dei lavori virtuali. Infine, egli dovrà saper calcolare una componente di spostamento attraverso una doppia applicazione del principio dei lavori virtuali

Per il metodo degli spostamenti, egli dovrà:

1. individuare il modello strutturale più opportuno, trascurando o meno le deformabilità assiali, flessionali e taglianti.
2. saper distinguere telai a nodi fissi e telai a nodi spostabili
3. scrivere le equazioni della linea elastica assiale e flessionale, anche nell'ambito della teoria di Timoshenko
4. saper impostare le condizioni ai limiti, sia di equilibrio che di congruenza, portando il procedimento fino alla scrittura di opportune equazioni lineari
5. saper interpretare i risultati, discutendo le principali proprietà dei diagrammi di sforzo normale, taglio, momento flettente e spostamenti
6. attraverso l'utilizzo dei teoremi di reciprocità, saper interpretare una linea di influenza come una particolare linea elastica, e di conseguenza tracciarla.
7. saper analizzare una trave in presenza di carichi assiali di compressione, deducendo il corrispondente carico critico e la forma della deformata

Scuola di Ingegneria – Viale dell'Ateneo Lucano, 10 – 85100 Potenza

<http://ingegneria.unibas.it> - e-mail: [scuolaingegneria.segreteria@unibas.it](mailto:scuolaingegneria.segreteria@unibas.it) - tel 0971.205032/33 - fax (+39)0971 22115



---

---

## PREREQUISITI

Si è fatto ogni sforzo per limitare al minimo le conoscenze da ritenersi acquisite, eliminando ogni superflua complicazione analitica e notazionale. Si reputa tuttavia necessaria una buona conoscenza di base dei seguenti argomenti:

- calcolo differenziale ed integrale
- analisi vettoriale
- algebra lineare

---

---

## CONTENUTI DEL CORSO

### 1. I sistemi rigidi

#### 1.a. Analisi cinematica

Il punto materiale – I sistemi di  $N$  punti materiali – I vincoli bilaterali ed olonomi – Il concetto di coordinata lagrangiana – La linearizzazione del vincolo – Il vincolo di rigidità – Interpretazione geometrica del vincolo di rigidità – I sistemi rigidi di  $N$  punti materiali ed il loro grado di libertà nel piano e nello spazio. Il corpo rigido nello spazio e nel piano.

Il centro assoluto di rotazione – La classificazione cinematica dei vincoli piani, vincoli semplici, doppi e tripli – La rappresentazione grafica dei vincoli piani: pendoli, appoggi, carrelli, bipendoli, doppi bipendoli, incastri. Il concetto di sconnessione (vincolo interno): sconnessione semplice e doppia - La prestazione statica dei vincoli, il concetto di reazione e di coppia reattiva. Il principio dei lavori virtuali: enunciato. Forza risultante e momento risultante – Le equazioni cardinali della statica

L'analisi cinematica delle strutture: strutture labili e strutture cinematicamente determinate.

L'analisi statica delle strutture: strutture ipostatiche, isostatiche ed iperstatiche. Analisi cinematica delle strutture: metodo grafico e metodo analitico. Teoremi delle catene cinematiche – Esempi su strutture a due, tre e quattro tratti

#### 1.b. Analisi statica

Analisi statica delle strutture: metodo analitico. Calcolo delle reazioni e dei diagrammi delle caratteristiche

Analisi statica dei sistemi isostatici: condizioni grafiche di equilibrio. Ricerca grafica delle reazioni. Tracciamento del diagramma delle caratteristiche della sollecitazione interna

### 2. Il corpo deformabile

#### 2.a. Analisi della tensione

Solidi deformabili: definizione di tensione. Componenti cartesiane di tensione, componenti normali e componenti tangenziali di tensione. Le componenti speciali di tensione. Il teorema di Cauchy-Poisson – Equazioni indefinite di equilibrio

<http://Ingegneria.umbas.it> e-mail: [scuolaingegneria.segreteria@umbas.it](mailto:scuolaingegneria.segreteria@umbas.it) - tel 0971.205032/33 - fax (+39)0971 22115



---

La simmetria del tensore delle tensioni – Le tensioni normali e le tensioni tangenziali – Tensioni principali - Ricerca delle tensioni principali e rotazione del sistema di riferimento – Le tensioni tangenziali minime e massime in un sistema di riferimento principale – La teoria del cerchio di Mohr: primo e secondo teorema – I cerchi principali di Mohr

## 2.b. Analisi della deformazione

Analisi della deformazione: gradiente di spostamento e gradiente di deformazione. Gli allungamenti percentuali - Il tensore di Green-Lagrange – L'ipotesi di piccole deformazioni – La decomposizione degli spostamenti: le deformazioni pure – Le equazioni di compatibilità

## 2.c. Il solido elastico

Le equazioni costitutive e la teoria energetica di Geoge Green. Il potenziale elastico in termini di deformazioni e di tensioni – Le equazioni di Castigliano - Il solido isotropo e la legge di Hooke in termini di costanti di Lamè e di costanti ingegneristiche – Limitazioni sulle costanti elastiche – I problemi ai limiti della teoria dell'elasticità. Le equazioni di Cauchy-Navier – Il principio di sovrapposizione degli effetti – Il principio di unicità di Kirchhoff – Gli stati monoassiali di tensione e di deformazione

## 2d. Le lastre piane

Gli stati piani di tensione, gli stati piani di spostamento – La funzione di Airy ed il metodo inverso – Applicazioni alla lastra rettangolare: i casi di funzione di Airy quadratica e di funzione di Airy cubica

## 3. La teoria della trave

La geometria delle aree: baricentro, momenti statici, momenti di inerzia. Assi centrali ed assi principali – Le sezioni rettangolari e le sezioni circolari - Il solido trave: geometria, materiale, condizioni di carico. Le caratteristiche della sollecitazione esterna, e le caratteristiche della sollecitazione interna – Il problema della trave di De Saint-Venant: problema forte e problema debole – Il postulato di De Saint-Venant e le sue conseguenze – I sei casi semplici di De Saint-Venant – Sforzo assiale e flessione semplice nel piano – Flessione semplice fuori del piano, flessione deviata, tenso-flessione - La torsione: analisi delle tensioni e degli spostamenti. Il caso della sezione circolare - La sollecitazione da taglio: impostazione generale della teoria di De Saint-Venant – La trattazione approssimata di Zhourawsky

## 4. La teoria delle strutture

La teoria tecnica della trave: teoria di Eulero-Bernoulli e teoria di Timoshenko – Mercoledì – La deduzione dei problemi ai limiti assiale e trasversale per la trave di EB, secondo il principio di stazionarietà dell'energia potenziale totale, e secondo il metodo diretto. - Le condizioni ai limiti per vincoli ingombranti e per forze/coppie intermedie – La trave stepped, i carichi parziali - I vincoli cedevoli elasticamente ed anelasticamente. Le distorsioni concentrate. Le distorsioni distribuite



---

e le variazioni termiche – Equazione della linea elastica in presenza di variazioni termiche uniformi ed alla Navier - Lo studio dei casi semplici di trave a mensola e di trave appoggiata: i coefficienti fondamentali per le rotazioni e gli abbassamenti - Le travature reticolari isostatiche ed il metodo dei nodi e delle sezioni per il calcolo degli sforzi assiali - Il metodo dell'analogia di Mohr

#### 4.a. - Le strutture iperstatiche

Il metodo della doppia integrazione, e il plv per il calcolo degli spostamenti su strutture isostatiche – I vincoli cedevoli e le distorsioni - La composizione degli spostamenti – Le strutture iperstatiche, la scrittura diretta delle equazioni di congruenza – Il plv per la scrittura delle equazioni di congruenza su strutture iperstatiche - La trave di Timoshenko e l'influenza delle deformazioni taglianti. Il principio dei lavori virtuali in presenza di deformazioni taglianti e di distorsioni taglianti

I teoremi di reciprocità: Betti, Colonnetti e Volterra. Il concetto di linea di influenza – Le linee di influenza per le travi

Metodo della linea elastica, aste assialmente deformabili, aste assialmente indeformabili, aste di Timoshenko, vincoli cedevoli anelasticamente ed elasticamente, la presenza delle variazioni termiche

Telai con pendolo interno: metodo della linea elastica, principio dei lavori virtuali. Pendolo estensibile, pendolo rigido – Strutture simmetriche e carichi simmetrici/antisimmetrici: primi cenni

Strutture simmetriche e carichi simmetrici/antisimmetrici

Il metodo misto per la soluzione di telai a molte iperstatiche: scrittura contemporanea di equazioni di congruenza e di lavoro virtuale (Lagrange)

#### 4b. Il problema del carico di compressione

La trave caricata assialmente: la deduzione del problema ai limiti tramite il principio di minimo dell'e.p.t., e tramite scrittura diretta. Il concetto di carico critico – La trave appoggiata e la formula di Eulero - Il carico critico per trave doppiamente incastrata, per trave a mensola e per trave incastrata-appoggiata. Il concetto di lunghezza libera di inflessione

---

#### METODI DIDATTICI

Il Corso e' suddiviso in parti uguali, sessanta ore di teoria e sessanti di esercitazioni.

Nel corso del primo semestre si illustra la teoria del solido defomabile (elastico), e contemporaneamente si studiano le strutture labili ed isostatiche.

Nel corso del secondo semestre ci si dedica alla teoria della trave di De Saint-Venant, alla teoria di Eulero-Bernoulli per trave snella, ed alla teoria di Timoshenko per trave tozza. Contemporaneamente, si studiano le strutture iperstatiche.

<http://ingegneria.unibas.it> - e-mail: [scuolaingegneria.segreteria@unibas.it](mailto:scuolaingegneria.segreteria@unibas.it) - tel 0971.205032/33 - fax (+39)0971 22115

---



---

---

#### MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'esame prevede una prova scritta ed una prova orale. Nella prova scritta, della durata di due ore, in cui viene richiesto di analizzare una singola struttura, identificandone la labilità/isostaticità/iperstaticità. Lo studente dovrà mostrare di saper interpretare la struttura, proponendo il miglior metodo di approccio ai fini del raggiungimento dell'obiettivo con la massima economia di pensiero e/o calcolo.

Nella prova orale lo studente dovrà dimostrare la propria padronanza dell'intero quadro teorico.

---

---

#### TESTI DI RIFERIMENTO E DI APPROFONDIMENTO, MATERIALE DIDATTICO ON-LINE

- Sono disponibili appunti dettagliati, sia della parte teorica che di quella pratica, sul sito internet del docente. Sullo stesso sito è reperibile ulteriore materiale di interesse (prove d'esame, vecchi testi non più protetti da copyright etc.)

- qualsiasi testo di Scienza delle Costruzioni che non faccia uso di notazioni arcane e strumenti matematici sofisticatissimi.

- Una miniera di informazioni è poi rappresentata dalla collezione di esercizi svolti da qualunque docente di SdC: il loro esame non può che acuire sensibilmente il senso critico dello studente

---

---

#### METODI E MODALITÀ DI GESTIONE DEI RAPPORTI CON GLI STUDENTI

L'orario ufficiale di riferimento è'

- lunedì ore 8.30-9.30

- mercoledì ore 11.30-12.30

Il docente reputa ormai essenziale il contatto tramite mail, invitando quindi caldamente gli studenti ad intrattenere un fecondo rapporto di domande/risposte.

---

---

#### DATE DI ESAME PREVISTE<sup>1</sup>

I Sessione: 11 gennaio 2017

II Sessione 7 giugno 2017 e 2 agosto 2017

III Sessione 27 settembre e 6 dicembre 2017

---

---

SEMINARI DI ESPERTI ESTERNI    SI     NO

---

---