



UNICA
UNIVERSITÀ
DEI STUDI
DI CAGLIARI

Università degli Studi di Cagliari

Facoltà di Ingegneria e Architettura

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura

Corso di Laurea in Scienze dell'Architettura - a.a. 2025/26

Statica e Scienza delle Costruzioni

PRIMA PARTE: STATICA

> **Presentazione del corso**
Insegnamento e modalità d'esame

La parte del corso relativa agli argomenti di
Scienza delle Costruzioni verrà svolta
nel II semestre dal **prof. Antonio M. Cazzani**

Emanuele Reccia

emanuele.reccia@unica.it

> ATTENZIONE <

è “*scienza*” al singolare, non “*scienze*”, al plurale!

Corso di Statica e Scienza delle Costruzioni

Corso di Laurea in SCIENZE DELL'ARCHITETTURA

Percorso COMUNE

Anno Accademico 2025/2026

Docenti

- > Emanuele Reccia (*parte A*) | e-mail: emanuele.reccia@unica.it
- > Antonio M. Cazzani (*parte B*) | e-mail: antonio.cazzani@unica.it

Periodo I Semestre (*parte A*); II Semestre (*parte B*)

CFU 11 (undici) = 6 (*parte A*) + 5 (*parte B*)

Durata 110 ore (60h + 50h) di lezione frontale

Sito web

- > [Pagina docente prof. Reccia](#)
- > [Pagina docente prof. Cazzani](#)

Corso di Statica e Scienza delle Costruzioni

Motivazione

*Quelli che s'innamorano di pratica senza scienza son come
'l nocchiere ch'entra in navilio senza timone o bussola,
che mai ha certezza dove si vada.
Sempre la pratica dev'esser edificata sopra la bona teorica.*

Leonardo da Vinci - Trattato della Pittura



> **obiettivi formativi e capacità operative**

L'insegnamento:

- > fornisce le basi teorico-applicative dei metodi della progettazione strutturale costituite dalla **meccanica dei solidi e delle strutture** e dalla **resistenza dei materiali**;
- > sviluppa, in successione agli insegnamenti di base a contenuto matematico impartiti nei primi due semestri, le conoscenze caratterizzanti della **meccanica strutturale** e della **resistenza dei materiali**;
- > prepara in questo modo agli sbocchi progettuali forniti nel terzo anno con il corso di Tecnica delle costruzioni.

> **obiettivi formativi e capacità operative**

In particolare gli **obiettivi formativi** sono:

1. sviluppare con rigore le basi della disciplina;
2. chiarire il significato fisico dei modelli introdotti, indicandone i limiti;
3. rendere gli allievi capaci di operare in modo pratico su tutti gli argomenti trattati, conducendoli a studiare **sistemi rigidi**, **strutture isostatiche** e **sistemi deformabili** a comportamento **elastico lineare**.

> obiettivi formativi e capacità operative

Le **capacità operative** acquisite con il corso consistono nel:

1. saper individuare gli **elementi portanti** di una costruzione;
2. selezionare uno **schema strutturale** adeguato;
3. valutare lo stato di **sollecitazione** e di **deformazione** in un solido;
4. verificare la **resistenza** di un elemento strutturale;
5. calcolare le **componenti di spostamento** in strutture iso- e iper-statiche.

> **obiettivi formativi e capacità operative**

L'insegnamento mira inoltre a rendere i futuri architetti **consapevoli**:

- > della rilevanza e potenziale **complessità** dell'aspetto strutturale;
- > dell'importanza di una **corretta impostazione** del problema strutturale;
- > della necessità di risolverlo correttamente e con **strumenti adeguati**.



> **prerequisiti**

L'insegnamento:

> si colloca nel secondo anno (*primo e secondo semestre*) del corso di laurea in Scienze dell'Architettura;

> presuppone **le conoscenze impartite nella scuola secondaria superiore** nonché negli **insegnamenti di base a contenuto matematico e fisico dei primi due semestri.**



> prerequisiti

In maggiore dettaglio:

A. **Prerequisiti fisici:**

A-1. Dimensioni e unità di misura;

A-2. **Vettori**: operazioni fondamentali e formulazione mediante vettori di problemi meccanici.

> prerequisiti

In maggiore dettaglio:

B. **Prerequisiti matematici:**

B-1 Funzioni elementari e loro grafici;

B-2 Vettori e geometria analitica;

B-3 Matrici, sistemi di equazioni algebriche lineari, autovalori e autovettori;

B-4 Derivate e studio di funzioni;

B-5 Integrali;

B-6 Equazioni differenziali



> prerequisiti

In maggiore dettaglio:

- A. *Prerequisiti fisici;*
- B. *Prerequisiti matematici.*

I prerequisiti sono efficacemente esposti nei testi B-1/2 indicati in bibliografia.

> programma | *parte A - Meccanica del corpo rigido*

0. Concetti di base | Concetto di forza e leggi di Newton; condizioni di equilibrio del punto materiale e di sistemi di punti materiali interagenti; momento di una forza e sistemi equivalenti di forze; condizioni di equilibrio del corpo rigido.

1. Statica del corpo rigido | Statica della trave rigida e dei sistemi di travi rigide.

2. Cinematica del corpo rigido | Cinematica della trave e dei sistemi di travi rigide. Spostamenti rigidi piani, analisi cinematica: corpo rigido vincolato e sistemi di travi articolate. Il Principio dei Lavori Virtuali (PLV) per sistemi di travi rigide.

3. Geometria delle masse | Baricentri e momenti statici. Momenti del secondo ordine. Assi principali e momenti centrali d'inerzia.

Preliminare | Calcolo vettoriale

LEZIONI

Inizio: 30 settembre

Fine: 17 dicembre

martedì 08:30/11:30 | Aula B_TA (ex aula A)

mercoledì 09:30/13:30 | Aula B_TA (ex aula A)

> programma | *parte B - Meccanica del corpo deformabile*

4. Lo stato di sforzo | Forze e tensioni nel continuo tridimensionale: vettore sforzo, tensore degli sforzi; relazioni di Cauchy. Componenti speciali della tensione. Stato di sollecitazione su una giacitura assegnata. Reciprocità delle tensioni tangenziali. Tensioni e direzioni principali. Il cerchio di Mohr per stati tensionali piani. Equazioni di equilibrio.

5. Lo stato di deformazione | Cinematica dei piccoli spostamenti in un mezzo continuo. Componenti di moto rigido e di deformazione: loro interpretazione fisica. Componenti di deformazione rispetto a una terna qualsiasi. Equazioni di congruenza.

6. Il legame costitutivo elastico | Il PLV per il continuo deformabile. Solido elastico lineare e isotropo: legge di Hooke. Il problema elastico. Il lavoro di deformazione nei corpi elastici.

7. I criteri di sicurezza | Materiali fragili e duttili. Criteri di resistenza.

8. Il problema elastico di de Saint-Venant | Il solido di de Saint-Venant. Azione assiale centrata. Flessione retta. Flessione deviata. Azione assiale eccentrica. Torsione (caso circolare; soluzioni approssimate per sezioni sottili a profilo aperto e chiuso). Flessione con taglio costante.

9. Le travi elastiche | Deformata elastica nelle travi ad asse rettilineo. Travi iperstatiche: risoluzione mediante l'equazione della linea elastica e mediante il PLV.

10. Il carico di punta per le travi snelle | Il problema della stabilità dell'equilibrio nelle travi soggette a compressione

LEZIONI

Secondo Semestre

> **metodi didattici**

Lezioni **tradizionali** in aula alternate da alcune **sessioni di esercitazione** aperte al contributo degli allievi.

Attivazione di un servizio di **tutoraggio** per la preparazione alle prove scritte

> **verifica dell'apprendimento**

Due **prove scritte** (*a base di esercizi*), che possono essere sostenute nello stesso appello o in appelli diversi, e corrispondono ai contenuti della parte A e della parte B.

Le due prove, valutate in trentesimi, se superate entrambe positivamente (cioè con una votazione almeno pari a 18/30) danno accesso all'**esame orale obbligatorio** che verte prevalentemente sugli *aspetti teorici della disciplina*.

La **validità degli scritti** è limitata all'anno solare in cui sono stati sostenuti: la scadenza degli scritti sostenuti nell'anno in corso (vale a dire fra gennaio e dicembre) è quindi limitata al termine del mese di febbraio dell'anno successivo.

Le due prove scritte concorrono in parti eguali alla **valutazione finale**, alla quale contribuiscono complessivamente nella misura dell'80%.

Il restante 20% della valutazione finale è determinato dalla **prova orale**.



> propedeuticità

I **requisiti di propedeuticità** fissati dal regolamento del Corso di Studi, specificamente gli esami del Corso integrato di matematica (modulo Geometria e modulo Analisi matematica) devono essere soddisfatti prima di sostenere la prova orale.

> frequenza

La **frequenza** di almeno il **75%** delle lezioni **è obbligatoria** ed **è indispensabile** per poter sostenere **l'esame!**

Per iscriversi compilare il **form**: <https://forms.gle/u2n6dc22QnsPs1Qy9>



> studenti stranieri Erasmus

Gli studenti stranieri **Erasmus** dovranno seguire le modalità d'esame sopra delineate; in particolare non saranno assegnate tesine o altri compiti speciali.



> **modalità d'esame**

Le date degli esami sono rese note con grande anticipo, e gli studenti si debbono prenotare all'appello mediante il sistema on-line tassativamente entro la data prestabilita.

La mancata osservanza di questa norma comporta l'automatica **esclusione** dall'appello.

> **commissione d'esame**

Emanuele Reccia e Antonio M. Cazzani,
coadiuvati da Mario Spagnuolo e Giorgio Fotia

> **ricevimento**

Orario di ricevimento alla fine della lezione del mercoledì, in aula B_TA (ex aula A) dalle 13.30 alle 14, o su appuntamento.

In caso di esigenze particolari e motivate, il ricevimento potrà essere svolto mediante forme di interazione a distanza sulla piattaforma **Microsoft Teams**

Perchè studiare la Statica e la Scienza delle Costruzioni?

> **Prolusione**

*Riflessioni sulle relazioni tra il progetto architettonico,
l'arte del costruire e la meccanica delle strutture*

Quanto è antica l'arte del costruire?

QUASI QUANTO L'UOMO!



Prime palafitte, II millennio a.C.



Göbekli Tepe, Turchia, 9.600 a.C.



Stonehenge, 2600 a.C.



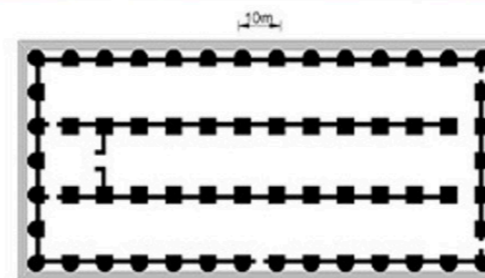
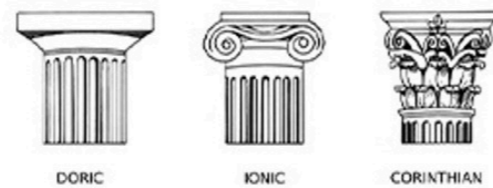
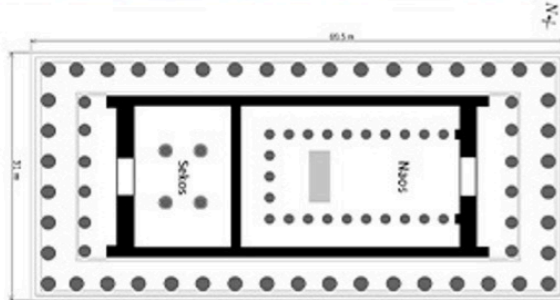
Piramidi di Giza, Egitto, 2500 a.C.



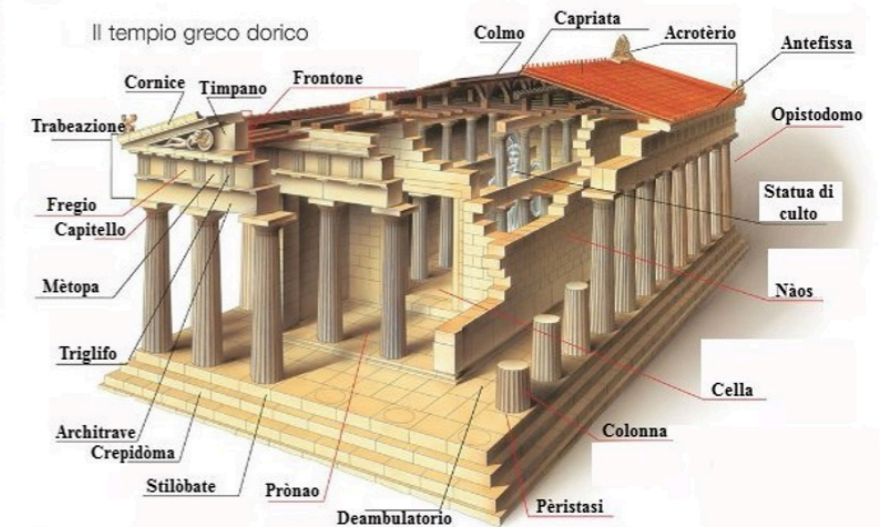
Nuraghe di Barumini, 1500 a.C.

L'ANTICA ARTE DEL COSTRUIRE NON AVEVA BASI SCIENTIFICHE

La Scienza delle Costruzioni è una disciplina relativamente recente, anche se i primi rudimentali studi di Galileo Galilei sulla resistenza dei materiali risalgono in effetti al diciassettesimo secolo. La formulazione completa dei principi oggi utilizzati in pratica fu completata in realtà solo alla fine dell'ottocento. In precedenza gli "ingegneri" e gli "architetti" si basavano sull'**esperienza** oppure procedevano **per tentativi**. Se l'esperienza aveva mostrato, per esempio, che un determinato schema statico funzionava bene, allora lo si adottava e si costruiva "in serie" con quello schema (utilizzando certe proporzioni geometriche, ben determinati materiali, ben collaudati accorgimenti e dettagli pratici). Si pensi allo schema statico dei **TEMPLI GRECI**, che fu applicato per secoli in Grecia ed in tutte le colonie greche.



SCHEMA CLASSICO DEL TEMPIO DORICO



L'ANTICA ARTE DEL COSTRUIRE NON AVEVA BASI SCIENTIFICHE

Oppure si pensi allo **SCHEMA AD ARCO A TUTTO SESTO DELLE COSTRUZIONI ROMANE**, che si ritrova nei ponti, negli acquedotti, negli anfiteatri, nelle terme ed in quasi tutti gli edifici pubblici di epoca romana.



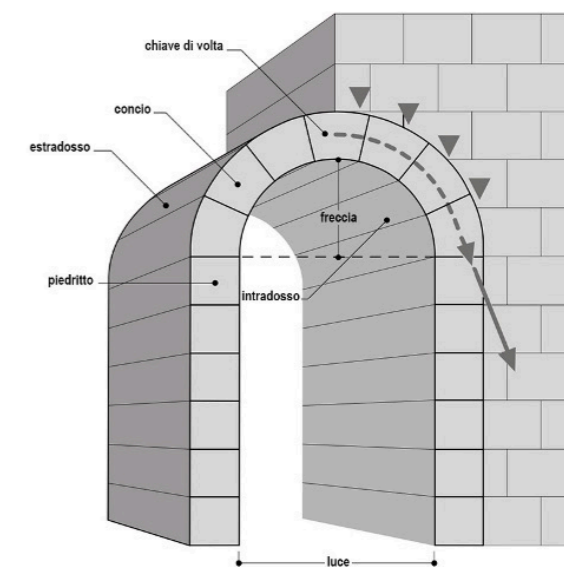
Acquedotto romano a Segovia, I secolo a.C. (patrimonio UNESCO).



Colosseo, Roma, I secolo a.C. (patrimonio UNESCO).



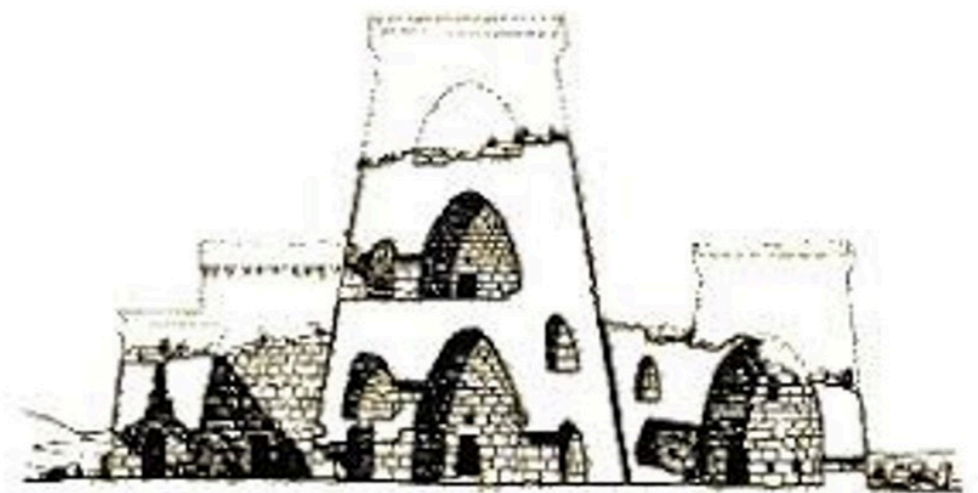
Terme romane, Fordongianus, I secolo a.C.



Arco di trionfo di Tito, Roma, I secolo a.C.

L'ANTICA ARTE DEL COSTRUIRE NON AVEVA BASI SCIENTIFICHE

E ancora, si pensi allo **SCHEMA A THOLOS** per la copertura e le pareti **A TRONCO DI CONO** utilizzato dai nuragici, che fu applicato con variazioni minime per costruire migliaia e migliaia di nuraghi, semplici e complessi, in tutto il territorio della Sardegna, moltissimi ancora semi-integri dopo migliaia di anni.

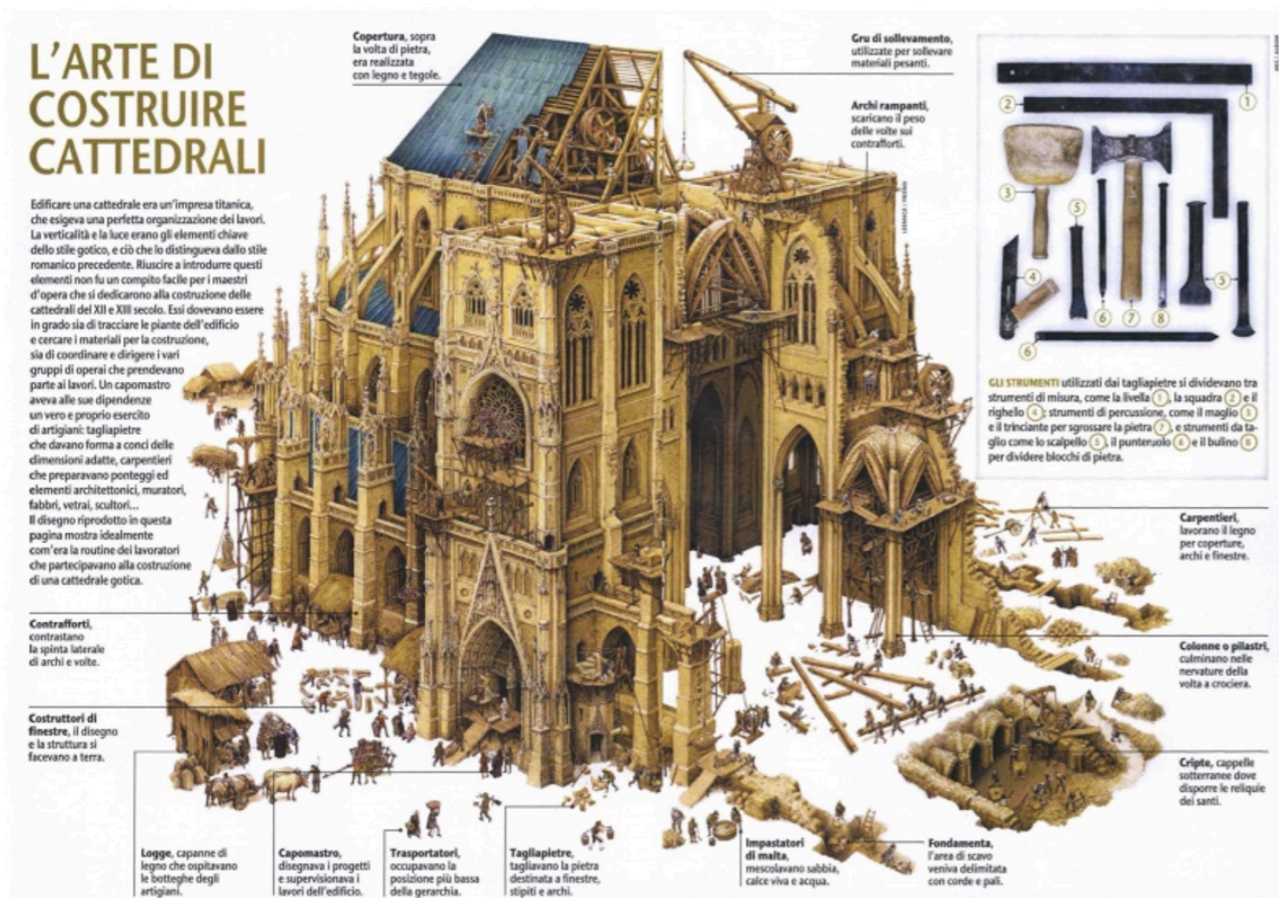


Copertura a tholos di un ambiente all'interno di un nuraghe.

Nuraghe di Barumini, XVI secolo a. C . (patrimonio UNESCO).

L'ANTICA ARTE DEL COSTRUIRE NON AVEVA BASI SCIENTIFICHE

Per tentativi, invece, lavorarono gli ingegneri che costruirono con grande intuito ed ardimento le **CATTEDRALI GOTICHE**, nelle quali è possibile riconoscere aggiustamenti e ripensamenti dei costruttori, con l'inserimento in momenti successivi di rinforzi ed archi rampanti. Non sapendo in anticipo quale sarebbe stato il comportamento finale della struttura ed avendo a disposizione poche esperienze analoghe (almeno per le prime cattedrali) gli ingegneri di allora furono costretti a procedere **per tentativi**, pagando come prezzo i numerosi crolli disastrosi che avvennero durante la costruzione delle più famose cattedrali europee.



Cattedrale di Saint-Pierre a Beauvais, Francia.

QUANTO È ANTICA LA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI?

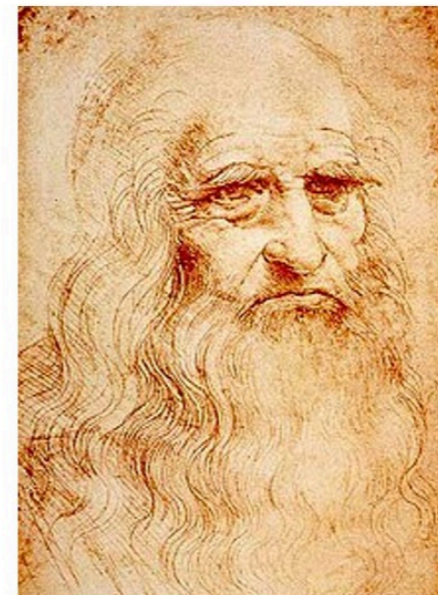
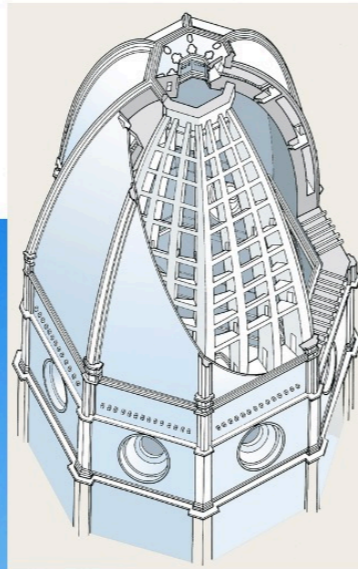
Nel periodo del Rinascimento Italiano abbiamo dei grandi ingegneri, architetti, progettisti di opere straordinarie, tra i quali Filippo Brunelleschi e Leonardo da Vinci. Ma ancora non c'era una vera «Scienza delle Costruzioni». Si studiavano e si realizzavano opere di alta ingegneria ma senza una effettiva base teorica e scientifica dietro.



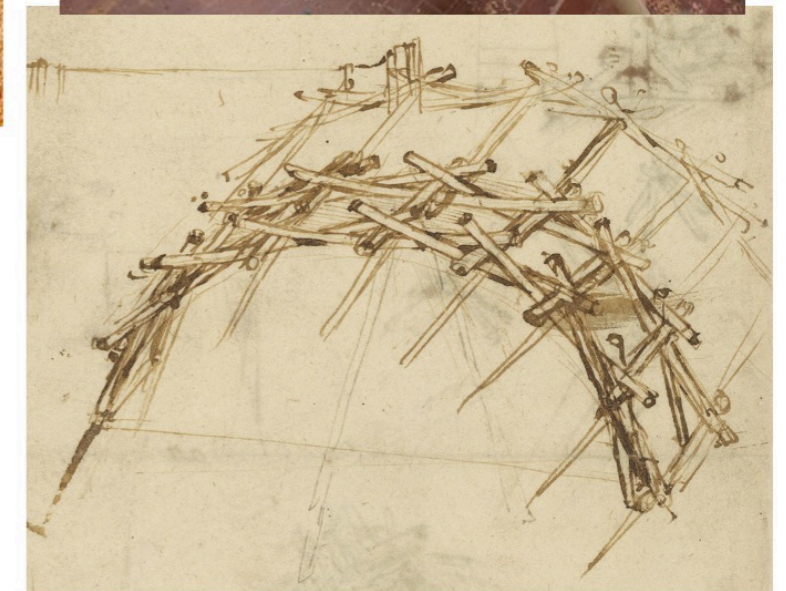
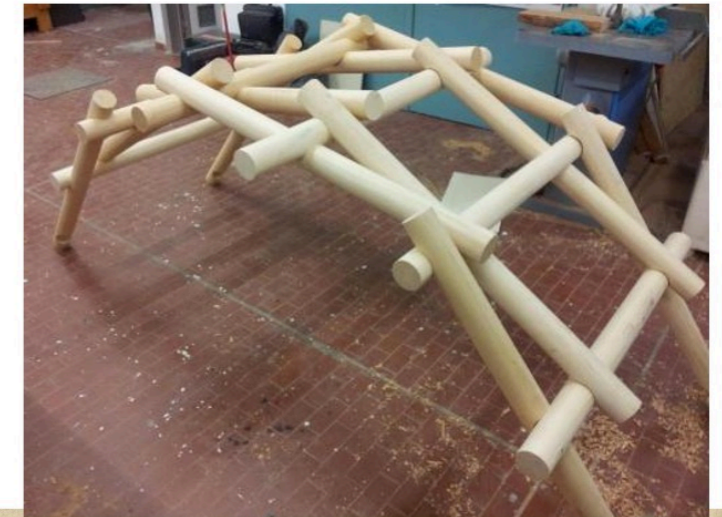
Filippo Brunelleschi
Firenze 1377-1446,
architetto, ingegnere, artista.



Cupola di Santa Maria del Fiore, Firenze
(autoportante, costruita senza centina).



Leonardo da Vinci
Anchiano 1452, Amboise 1519,
scienziato, inventore e artista



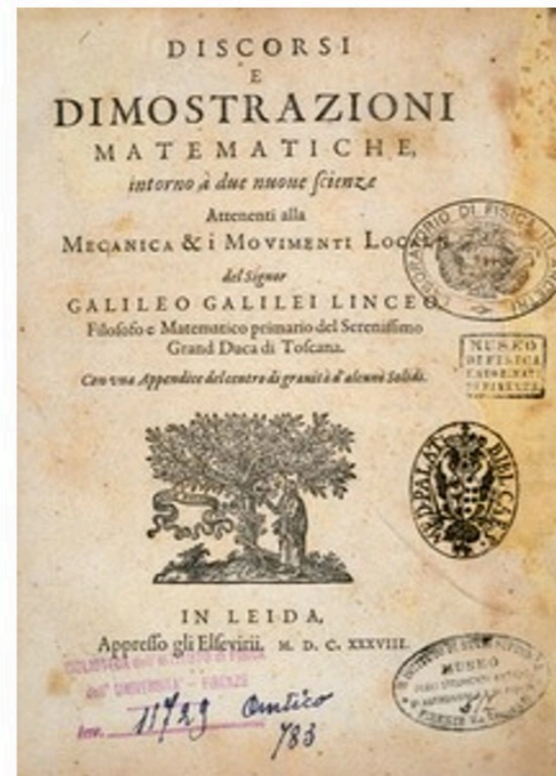
Progetto di un ponte autoportante

QUANTO È ANTICA LA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI?

La Scienza delle Costruzioni è una disciplina antica, il cui inizio si fa risalire al 1638 quando Galileo Galilei pubblicò il suo libro “Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze”. Non dobbiamo pensarlo come un comune libro di testo moderno. In realtà è basato sul dialogo tra tre personaggi che dibattono fra loro temi scientifici e rappresentano diversi punti di vista: *Salviati* interpreta il ricercatore innovatore e progressista, *Simplicio* rappresenta il dotto accademico ancorato alla tradizione ed infine *Sagredo* cerca di mediare fra questi due opposti orientamenti, interessandosi anche agli aspetti tecnici ed economici delle nuove scienze.



Galileo Galilei
Pisa 1564, Arcetri 1642



140 **DIALOGO SECONDO**
 Si terranno le resistenze di A, C esser trà loro eguali. Ponga si la E G media proporzionale trà E B, e F D sarà dunque come B E ad E G, così G E ad F D, & A E à C F, e così si è posto esser la resistenza di A alla resistenza di C. E perche come E G ad F D, così A E à C F, sarà permutando come G E ad E A, così D F ad F C, e però (per esser le due Leue D C, G A divise proporzionalmente ne i punti F E) quando la potenza, che posta in D pareggia la resistenza di C, fusse in C, pareggerebbe la medesima resistenza di C posta in A, ma per il dato la resistenza di A alla resistenza di C, hà la medesima proporzione, che la A E alla C F, cioè, che la B E alla E G, adunque la potenza G, ò vogliamo dire D posta in B, sosterrà la resistenza posta in A. Che è quello che si douea prouare.

Inteso questo: nella faccia F B del Prisma D B, sia segnata la linea Parabolica F N B, il cui vertice B, secondo la quale sia segato esso Prisma, restando il solido compreso dalla base A D dal piano rettangolo A G dalla linea retta B G, e dalla superficie D G B F incuruata secondo la curuità della linea Parabolica F N B. Dico tal solido esser per tutto egualmente resistente.

Sia segato dal piano C O parallelo all' A D, e intendansi due Leue diuise, e posate sopra i sostegni A C, e siano dell' una le distanze B A, A E, e dell' altra le B C, C N. E perche nella Parabola F B A, la A B alla B C, stà come il Quadrato della F A al Quadrato di C N, è manifesto la distanza B A, dell' una Leua alla distanza B C, dell' altra hauer doppia proporzione di quella, che hà l' altra distanza A E all' altra C N. E perche la resistenza da pareggiarsi con la Leua B A alla resistenza da pareggiarsi con la Leua B C, hà la medesima proporzione, che l' rettangolo

DEL GALILEO. 149
 Sia la canna A B E & il Cilindro R S M egualmente lungo, bisogna trouare qual proporzione habbiano trà di loro le lor resistenze. Trouisi per la precedente il Cilindro I L N eguale alla canna, & egualmente lungo, e delle linee I L, R S (Diametri delle basi de i Cilindri I N, R M) sia quarta proporzionale la linea V. Dico la resistenza della canna A E à quella del Cilindro R M, esser come la linea A B alla V. Imperò che essendo la canna A E eguale, & egualmente lunga al Cilindro I N, la resistenza della canna alla resistenza del Cilindro starà come la linea A B alla I L: mà la resistenza del Cilindro I N alla resistenza del Cilindro R M, stà come il Cubo I L al Cubo R S, cioè, come la linea I L alla V. Adunque ex aquali la resistenza della canna A E alla resistenza del Cilindro R M, hà la medesima proporzione, che la linea A B alla V. che è quello che si cercaua.

Finisce la seconda Giornata.

QUANTO È ANTICA LA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI?

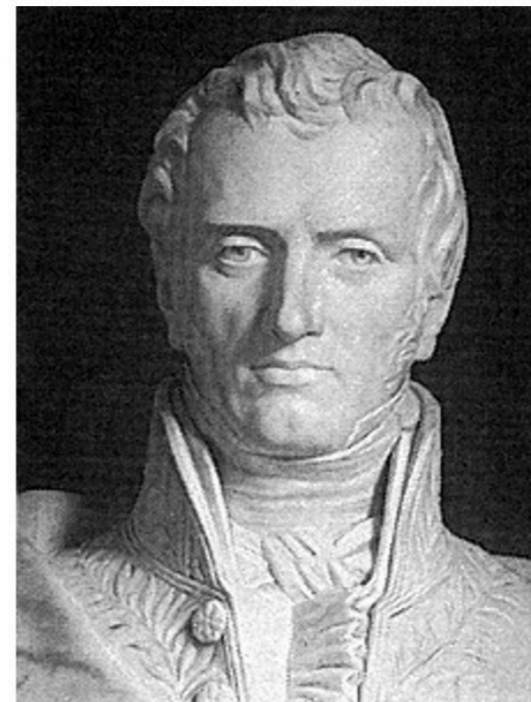
Tra il 700 e l'800 ci fu un grande sviluppo delle teorie che sono ancora oggi alla base della Scienza delle Costruzioni moderna, grazie a scienziati come De Saint Venant, Navier, Bernoulli, Eulero.



Daniel Bernoulli
Svizzera 1700-1782,
matematico e fisico, professore
universitario, scienziato.



Leonhard Euler
Svizzera 1707-1783,
matematico, fisico e astronomo.
Uno dei maggiori scienziati di
tutti i tempi



Claude-Louis Navier
Francia 1785-1836, ingegnere civile,
professore universitario, scienziato.



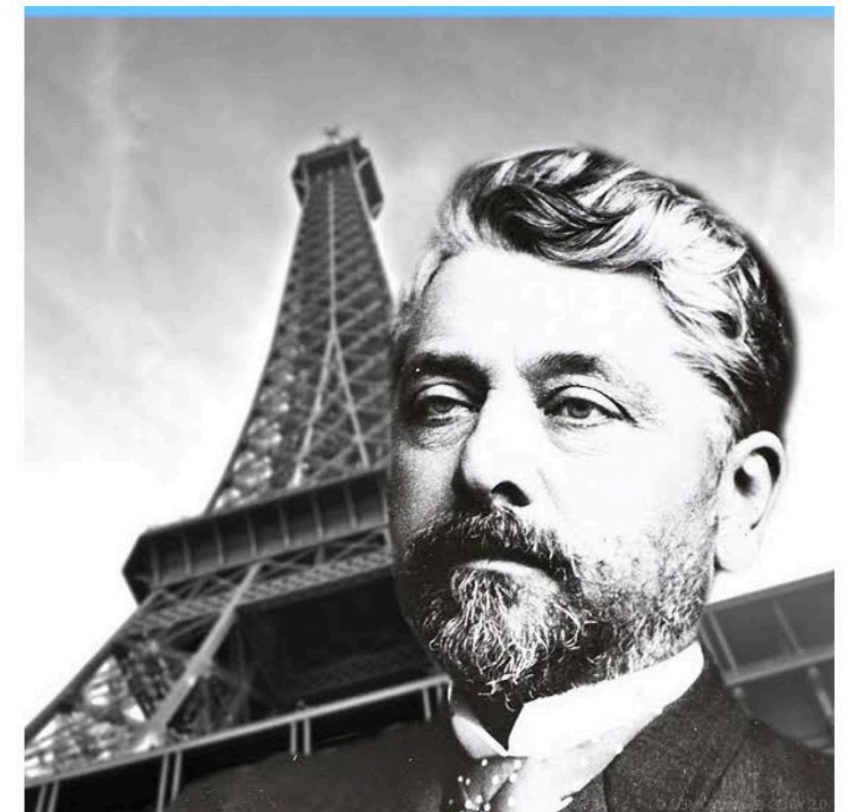
**Adhémar Jean Claude Barré
de Saint-Venant**
Francia 1797-1886, ingegnere civile,
professore universitario, scienziato.

LA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI E LE GRANDI OPERE INGEGNERISTICHE

Dall'inizio del novecento, grazie allo sviluppo delle teorie della Scienza delle Costruzioni, **gli ingegneri moderni non dovettero più procedere per tentativi e poterono anche svincolarsi, almeno in parte, dall'esperienza**, acquistando grande libertà sia nell'invenzione di nuove forme sia nella possibilità di utilizzare nuovi materiali. Da qui nacquero costruzioni ardite e grandiose per l'epoca come gli edifici liberty in vetro e ferro, la torre Eiffel, il ponte di Brookling, l'Empire State Building e tutte le grandi costruzioni della nostra epoca.



Ponte di Brooklin, 1869 su progetto dell'ingegnere tedesco John Augustus Roebling. E' uno dei primi ponti sospesi al mondo.



Torre Eiffel, in acciaio, costruita nel 1889 per celebrare il centenario della rivoluzione francese in occasione dell'Esposizione Universale di Parigi.

Progetto dell'ingegnere Gustave Eiffel.

LA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI E LE GRANDI OPERE INGEGNERISTICHE

Nella nostra epoca questa libertà dovuta alla conoscenza scientifica del comportamento strutturale e del comportamento di nuovi materiali ha portato ad una grande libertà nelle forme, tutte diverse ed originali. Si pensi alle straordinarie opere dell'architetto irakena-inglese Zaha Hadid



Zaha Hadid
1950-2016
Architetto.



520 West 28th Street, New York,, 2017



Heydar Aliyev Center, Baku, Azerbaijan, 2012

ARTE DEL COSTRUIRE E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

La Scienza delle Costruzioni e l'Arte del Costruire sono strettamente legate. La bellezza di un'opera di ingegneria civile risiede nel giusto equilibrio tra estetica e statica. Esse richiedono **COMPETENZA E PADRONANZA DI TRE ASPETTI FONDAMENTALI:**

1. COMPORTAMENTO DEI MATERIALI

2. FUNZIONAMENTO STRUTTURALE

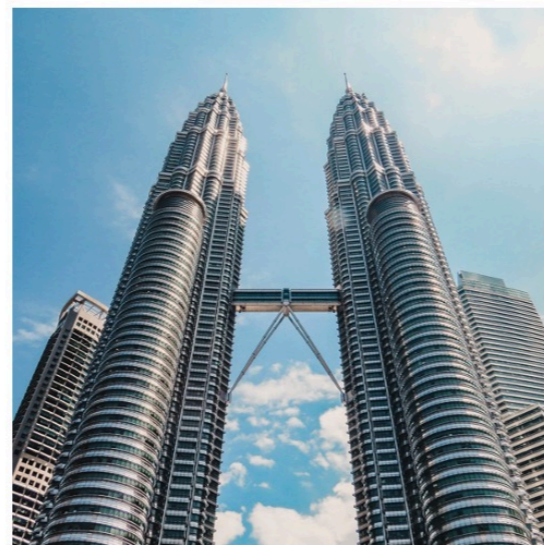
3. TECNICHE COSTRUTTIVE

MATERIALI

- Muratura
- Calcestruzzo
- Acciaio
- Legno
- Vetro
- Alluminio
- Leghe metalliche
- Fibre di carbonio, di vetro,...



Cupola di S. Pietro, Roma, di Michelangelo Buonarrotti (muratura cerchiata con anelli d'acciaio)



Petronas twin towers, Kuala Lumpur (acciaio e calcestruzzo)



Metropol parasol, Siviglia arch. Jurgen Maryer. (la più grande struttura al mondo in legno lamellare)

ARTE DELLA MODELLAZIONE

Per poter studiare il comportamento di una struttura e progettare correttamente, occorre effettuare un lavoro di astrazione che ci permetta di semplificare lo studio. A tal fine occorre eseguire quattro tipi di modellazioni:

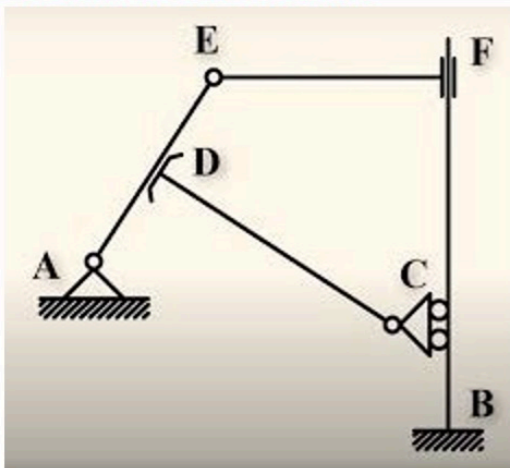
1. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

2. MODELLAZIONE DEI VINCOLI

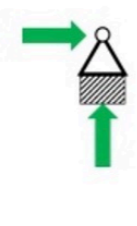

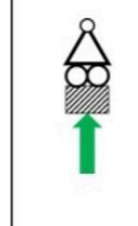
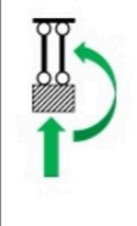
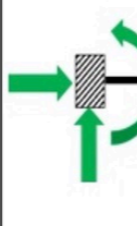

3. MODELLAZIONE DELLE AZIONI ESTERNE

4. MODELLAZIONE DEL MATERIALE

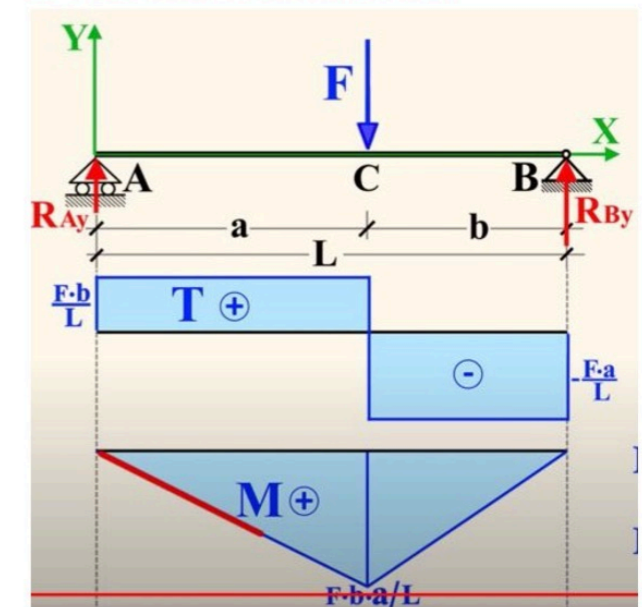
1. SCHEMA STRUTTURALE



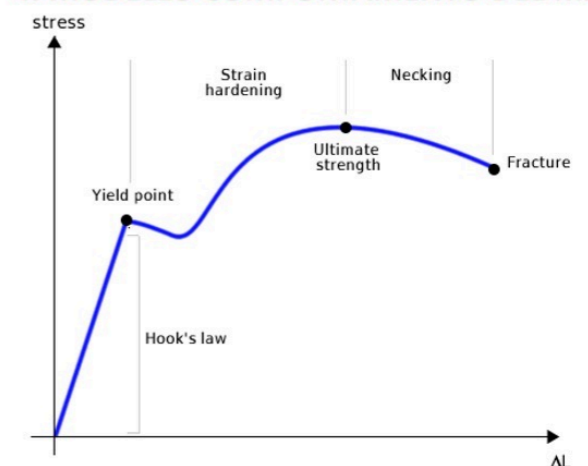
2. MODELLAZIONE VINCOLI

Cerniera fissa	Pendolo semplice	Carrello scorrevole	Doppio pendolo	Incastro	Incastro scorrevole
					

3. MODELLO SOLLECITAZIONI



4. MODELLO COMPORTAMENTO DEL MATERIALE

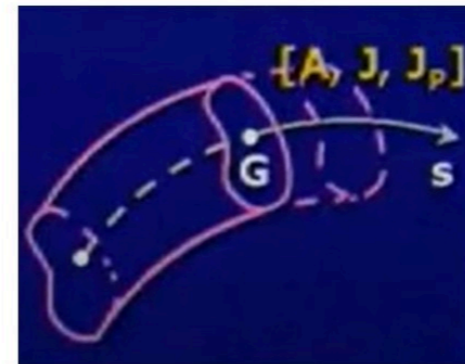


1. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

Possiamo avere strutture che hanno elementi una dimensione prevalente rispetto alle altre

1. STRUTTURE MONODIMENSIONALI (TRAVI, ASTE, FUNI)

Certe strutture reali possono essere schematizzate considerando i loro elementi attraverso la «linea media». Le caratteristiche geometriche di tali elementi (area e momenti di inerzia) vengono considerati lungo l'asse e quindi si ha una modellazione monodimensionale.



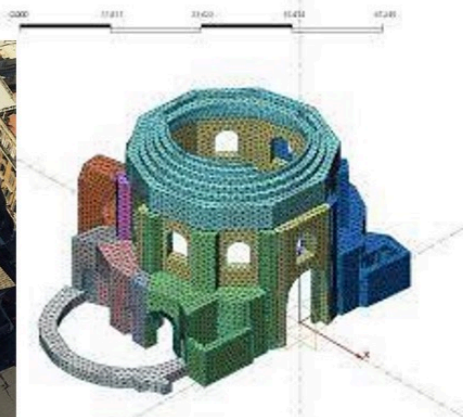
2. STRUTTURE BIDIMENSIONALI (PIASTRE, GUSCI, MEMBRANE)

Ci sono strutture che hanno due dimensioni prevalenti rispetto alla terza (spessore) e possono quindi essere modellate attraverso il loro «piano medio» lungo il quale si considerano tutte le caratteristiche geometriche (la terza dimensione sparisce)..



3. STRUTTURE TRIDIMENSIONALI (EDIFICI COMPLESSI)

Ci sono poi strutture che hanno tutte le dimensioni importanti e non possono essere modellate attraverso modelli mono o bidimensionali. Occorre allora modellarle (per esempio agli elementi finiti) con modelli tridimensionali.



2. MODELLAZIONE DEI VINCOLI

Esistono tanti tipi di vincoli esterni ed interni. La scelta del tipo di vincolo dipende dal tipo di struttura e dal comportamento che vogliamo che essa abbia.

VINCOLI NELLE STRUTTURE REALI



Realizzazione pratica
di un vincolo
CARRELLO
BIELLA
PENDOLO

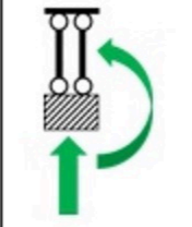
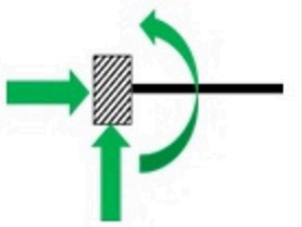
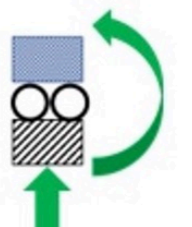


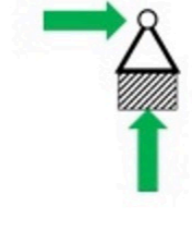
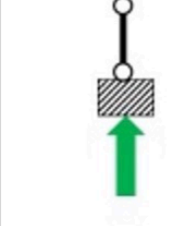
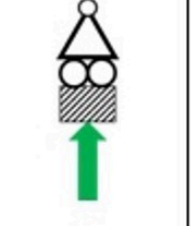
Realizzazione pratica
di un vincolo
CERNIERA

Realizzazione pratica
di un vincolo
INCASTRO INTERNO



VINCOLI NEI MODELLI STRUTTURALI

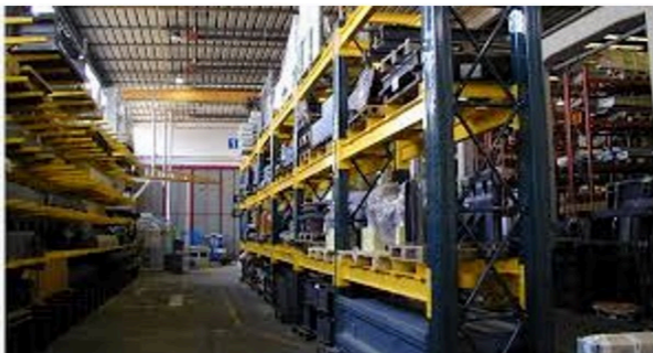
Doppio pendolo	Incastro	Incastro scorrevole
		

Cerniera fissa	Pendolo semplice	Carrello scorrevole
		

2. MODELLAZIONE DELLE AZIONI ESTERNE

Esistono tanti tipi di azioni esterne che possono agire su una struttura reale, dovuti al peso proprio, al vento, ai carichi portati (per esempio arredi o altri carichi non strutturali), alla folla, al traffico ferroviario o automobilistico, ai terremoti, eccetera. Noi ci occuperemo solo di carichi di tipo statico.

CARICHI NELLE STRUTTURE REALI



CARICHI NEI MODELLI STRUTTURALI

CARICHI DISTRIBUITI (peso proprio, pavimento, folla, arredi)
(peso per unità di lunghezza, in N/m)



FORZE CONCENTRATE
(per esempio assi di un automobile o di un treno, in N)



MOMENTI
(per esempio un carico eccentrico, in Nm)



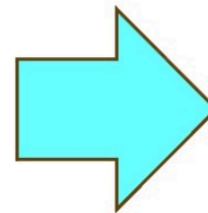
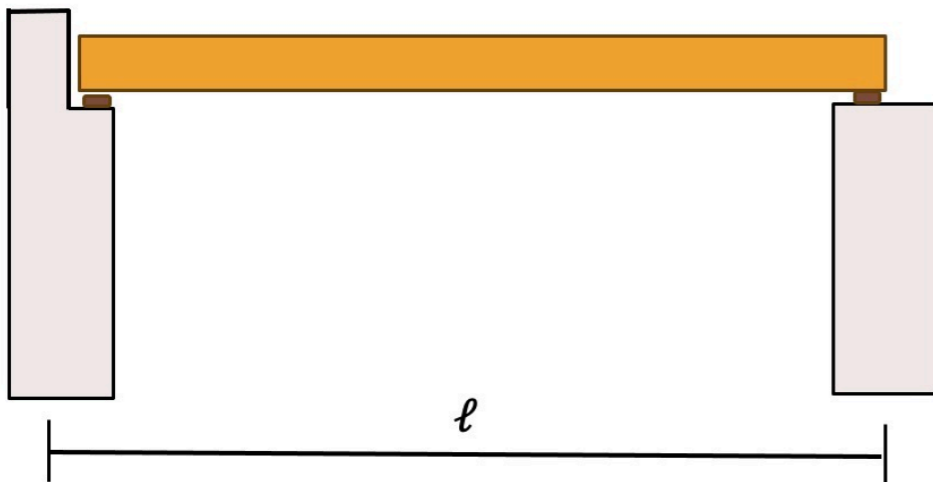
ESEMPIO

STRUTTURA REALE (con una dimensione prevalente)



Partendo dalla struttura reale, si fa uno schema geometrico semplificato e poi da questo si ipotizza un modello della struttura che sia in grado di riprodurre il comportamento sotto i carichi esterni. Nel caso in figura, abbiamo un ponte a più campate costituite da travi appoggiate sulle pile. Dato che la dimensione longitudinale è prevalente rispetto alle altre due (lungo gli assi della sezione), possiamo utilizzare un modello monodimensionale e schematizzare ogni campata del ponte come una trave su dei vincoli

SCHEMA GEOMETRICO



1. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

MODELLO MONODIMENSIONALE (A TRAVE) DELLA CAMPATA DEL PONTE

2. MODELLAZIONE DEI VINCOLI

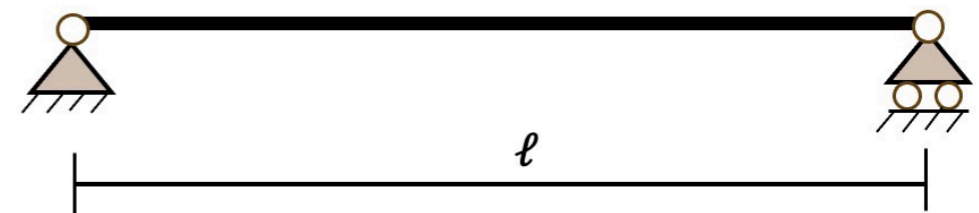


CERNIERA



CARRELLO

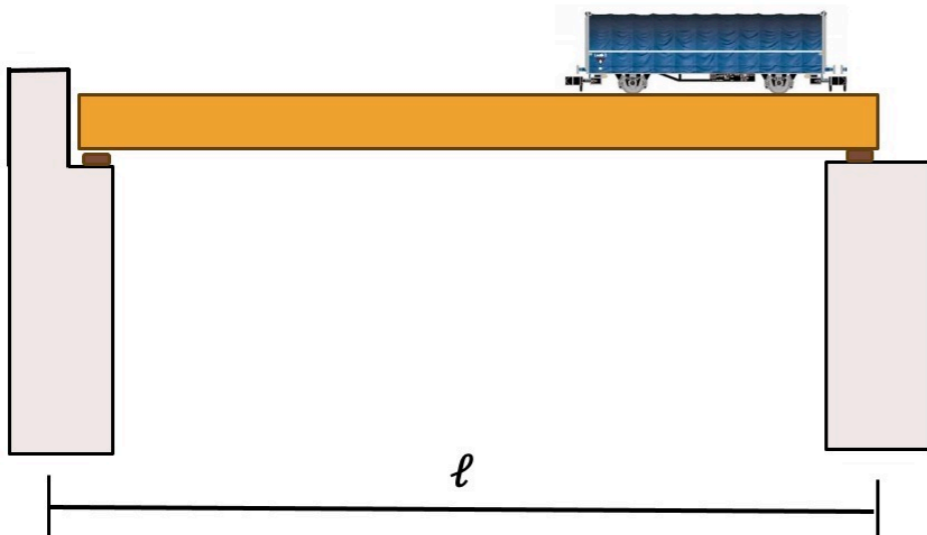
MODELLO MONODIMENSIONALE DELLA CAMPATA DEL PONTE CON I VINCOLI ESTERNI



STRUTTURA REALE (con una dimensione prevalente)



SCHEMA GEOMETRICO DELLA STRUTTURA REALE

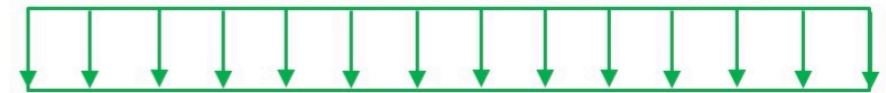


ESEMPIO

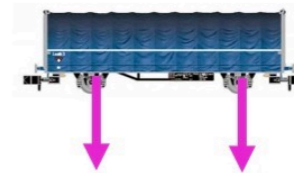
A questo punto dobbiamo schematizzare le azioni esterne che agiscono sulla struttura. Innanzitutto, ci sarà il peso proprio della trave, La trave, infatti, deve reggere il suo peso, che si considera distribuito lungo l'asse della trave. Se poi il ponte è per esempio ferroviario, ci sono anche dei carichi concentrati che agiscono in corrispondenza degli assi del treno. Dato che il treno sta viaggiando sul ponte, i punti di applicazione di tali forze cambiano posizione in ogni istante.

1. MODELLAZIONE DELLE AZIONI ESTERNE

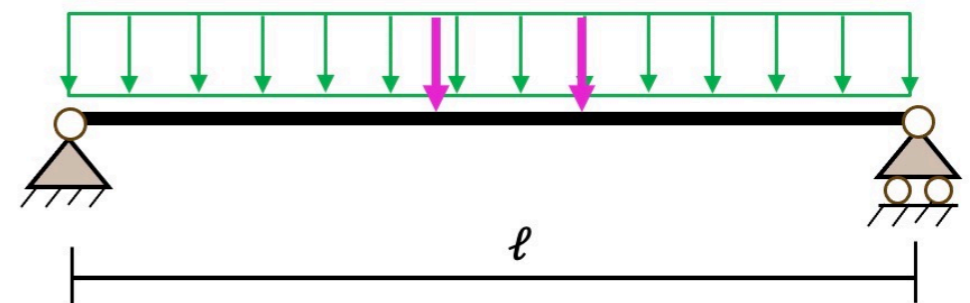
PESO PROPRIO DELLA TRAVE (N/m)



FORZE CONCENTRATE (N) IN CORRISPONDENZA DEGLI ASSI TRENO

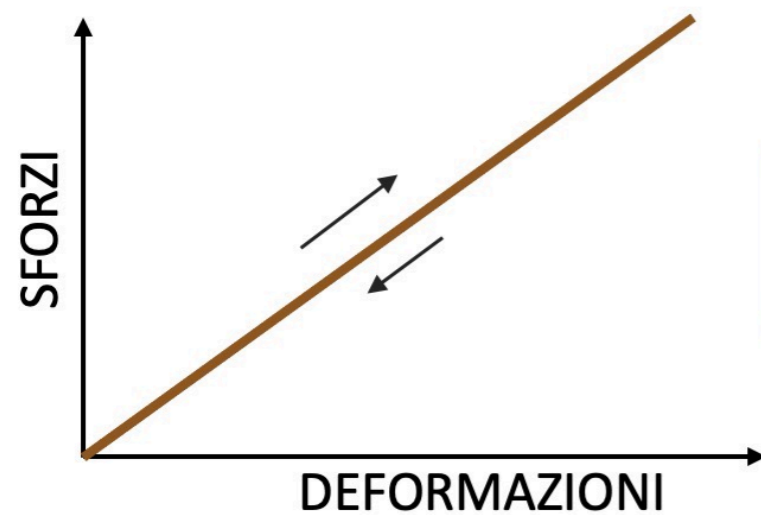


MODELLO DELLA STRUTTURA
CON VINCOLI E AZIONI ESTERNE



4. MODELLAZIONE DEL COMPORTAMENTO DEL MATERIALE

COMPORTAMENTO ELASTICO-LINEARE

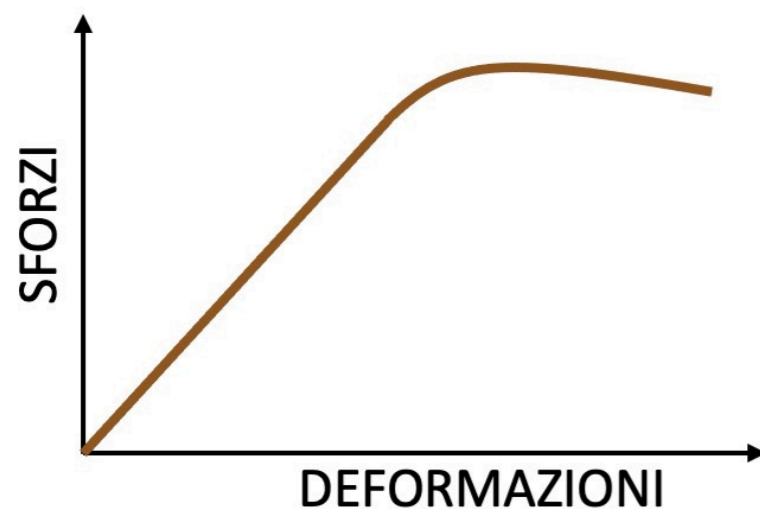


Legge di Hooke
 $\sigma = E \varepsilon$
"Ut tension, sic vis"

LIMITI DI ROTTURA



COMPORTAMENTO ELASTICO-PLASTICO



ANALISI E VERIFICA DI UNA STRUTTURA

Una volta che abbiamo **MODELLATO IL PROBLEMA**, cioè modellato la nostra struttura (*sistema*), attraverso il modello geometrico, il modello dei vincoli ed il modello meccanico, abbiamo il nostro **SISTEMA**. Poi dobbiamo modellare le azioni esterne che agiscono sulla struttura, che rappresentano l'**INPUT** del problema. Si noti che, a parità di sistema, le azioni esterne potrebbero cambiare e quindi potremmo avere un diverso input. Una volta dato il sistema e l'input in termini di azioni esterne, vogliamo conoscere l'**OUTPUT**. Abbiamo poi l'insieme di tutte le azioni esterne che rappresentano l'*input* e vogliamo conoscere la **risposta strutturale** del sistema (*output*).



ANALISI E VERIFICA DI UNA STRUTTURA

Per trovare la risposta del nostro sistema-struttura alle azioni sollecitanti, occorre seguire i seguenti passi:

1. **ANALISI CINEMATICA DELLA STRUTTURA** che consiste nell'analisi delle possibilità di movimento della struttura e nella verifica dell'efficacia dei vincoli introdotti.
2. **CALCOLO DELLE REAZIONI VINCOLARI** cioè di quelle forze che nascono in corrispondenza dei vincoli per equilibrare le azioni esterne applicate alla struttura.
3. **CALCOLO DELLE AZIONI INTERNE** cioè di quelle forze che le diverse parti della struttura esercitano l'una sull'altra per mantenere tutto il sistema in equilibrio.
4. **CALCOLO DELLO STATO DI SFORZO** nei diversi punti della struttura, cioè si determinano le forze per unità di area che agiscono all'interno della struttura, per vedere quali sono i punti più sollecitati.
5. **VERIFICA DI RESISTENZA** che significa controllare se la struttura è in grado di sopportare gli sforzi prodotti dai carichi esterni, senza rompersi e mantenendo anche un certo margine di sicurezza rispetto alla rottura.
6. **CALCOLO DEGLI SPOSTAMENTI E DELLE DEFORMAZIONI** della struttura, che consente di conoscere come si deforma la struttura sotto i carichi applicati e quali sono i valori massimi di spostamento e deformazione.
7. **VERIFICA DI FUNZIONALITA'** che controlla se gli spostamenti e le deformazioni indotte dai carichi sono accettabili per la funzionalità della struttura. Potrebbe succedere, infatti, che una struttura che risulta idonea dal punto di vista della verifica di resistenza, non sia però accettabile dal punto di vista funzionale perché gli spostamenti in alcuni punti sono eccessivi e possono compromettere l'uso della struttura stessa. Si pensi per esempio alla inflessione eccessiva dell'impalcato di un ponte ferroviario: anche se non ci fossero problemi di resistenza del ponte al carico del treno, il transito del treno non potrebbe comunque avvenire per motivi di funzionalità.
8. **VERIFICA DI STABILITA'** che tende a stabilire se la struttura, pur trovandosi in condizioni di sicurezza perché i carichi sono opportunamente inferiori a quelli di rottura e pur avendo spostamenti sufficientemente piccoli, sia però in equilibrio non stabile. I problemi di stabilità dell'equilibrio sono molto importanti per strutture snelle soggette a compressione (acciaio).



> programma | *parte A - Meccanica del corpo rigido*

0. Concetti di base | Concetto di forza e leggi di Newton; condizioni di equilibrio del punto materiale e di sistemi di punti materiali interagenti; momento di una forza e sistemi equivalenti di forze; condizioni di equilibrio del corpo rigido.

1. Statica del corpo rigido | Statica della trave rigida e dei sistemi di travi rigide.

2. Cinematica del corpo rigido | Cinematica della trave e dei sistemi di travi rigide. Spostamenti rigidi piani, analisi cinematica: corpo rigido vincolato e sistemi di travi articolate. Il Principio dei Lavori Virtuali (PLV) per sistemi di travi rigide.

3. Geometria delle masse | Baricentri e momenti statici. Momenti del secondo ordine. Assi principali e momenti centrali d'inerzia.

LEZIONI

Inizio: 30 settembre

Fine: 17 dicembre

martedì 08:30/11:30 | Aula B_TA (ex aula A)

mercoledì 09:30/13:30 | Aula B_TA (ex aula A)

> programma | parte B - Meccanica del corpo deformabile

4. Lo stato di sforzo | Forze e tensioni nel continuo tridimensionale: vettore sforzo, tensore degli sforzi; relazioni di Cauchy. Componenti speciali della tensione. Stato di sollecitazione su una giacitura assegnata. Reciprocità delle tensioni tangenziali. Tensioni e direzioni principali. Il cerchio di Mohr per stati tensionali piani. Equazioni di equilibrio.

5. Lo stato di deformazione | Cinematica dei piccoli spostamenti in un mezzo continuo. Componenti di moto rigido e di deformazione: loro interpretazione fisica. Componenti di deformazione rispetto a una terna qualsiasi. Equazioni di congruenza.

6. Il legame costitutivo elastico | Il PLV per il continuo deformabile. Solido elastico lineare e isotropo: legge di Hooke. Il problema elastico. Il lavoro di deformazione nei corpi elastici.

7. I criteri di sicurezza | Materiali fragili e duttili. Criteri di resistenza.

8. Il problema elastico di de Saint-Venant | Il solido di de Saint-Venant. Azione assiale centrata. Flessione retta. Flessione deviata. Azione assiale eccentrica. Torsione (caso circolare; soluzioni approssimate per sezioni sottili a profilo aperto e chiuso). Flessione con taglio costante.

9. Le travi elastiche | Deformata elastica nelle travi ad asse rettilineo. Travi iperstatiche: risoluzione mediante l'equazione della linea elastica e mediante il PLV.

10. Il carico di punta per le travi snelle | Il problema della stabilità dell'equilibrio nelle travi soggette a compressione

LEZIONI

Secondo Semestre

> Indicazioni bibliografiche

A | Per i **contenuti del corso**:



- A-1. M. Capurso, *Lezioni di scienza delle costruzioni*, Pitagora: Bologna, 1971. (Argomenti 1,4-10)
- A-2. D. Bigoni, et al. , *Geometria delle masse*, Progetto Leonardo: Bologna, 1995. (Argomento 3)
- A-3. E. Guagenti et al., *Statica – Fondamenti di meccanica strutturale*, McGraw-Hill: Milano, 2005. (Argomenti 0-2)

> Indicazioni bibliografiche

B | Per i **prerequisiti**:



- B-1 A. Ratto, A. Cazzani, *Matematica per le scuole di Architettura*, Liguori:Napoli, 2010. (Prerequisiti matematici:Capitoli 1-2, 5-6, 8-12).
- B-2 M. Alonso, E.J. Finn, *Elementi di fisica vol. I (Meccanica e termodinamica)*, Masson: Milano, 1991 (prerequisiti fisici).

> Indicazioni bibliografiche

C | Per **consultazione e approfondimenti**:



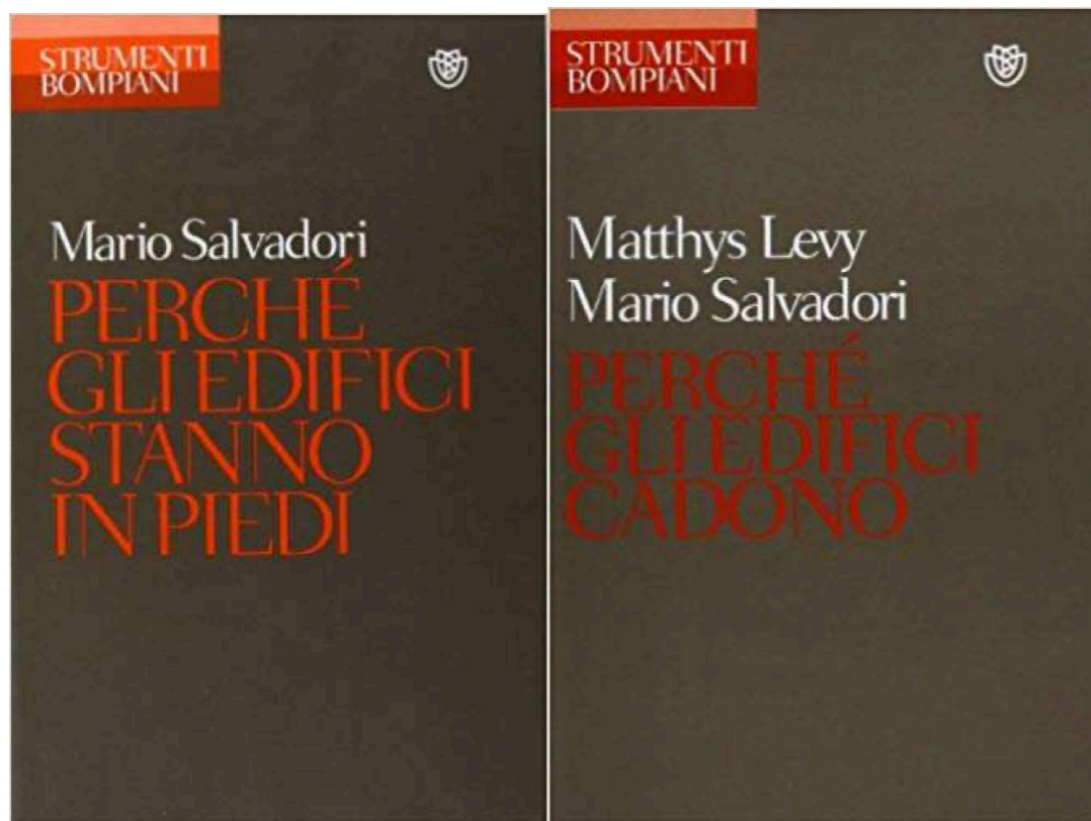
C-1 L. Gambarotta, L. Nunziante, A. Tralli, Scienza delle costruzioni, McGraw-Hill: Milano, 2003.

C-2 O. Belluzzi, Scienza delle costruzioni, vol. 1, Zanichelli: Bologna, 1941.

C-3 J.E. Gordon, Strutture sotto sforzo, Zanichelli: Bologna, 1991.

> Indicazioni bibliografiche

C | Per **consultazione e approfondimenti**:



C-4 M. Salvadori, Perché gli edifici stanno in piedi, Bompiani: Milano, 1990.

C-5 M. Levy, M. Salvadori, Perché gli edifici cadono, Bompiani: Milano, 1997.



> Indicazioni bibliografiche

D | Repertorio di **esercizi**:



D-1 A. Castiglioni et al., Esercizi di scienza delle costruzioni, Masson: Milano, 1981.

> altre Informazioni

Appunti per alcuni approfondimenti, esercizi di autovalutazione e l'intera collezione dei temi d'esame risolti sono resi disponibili (in formato PDF) sul sito web dei docenti:

- > [Pagina docente prof. Reccia](#)
- > [Pagina docente prof. Cazzani](#)



> iscrizione

Per iscriversi compilare il form:

> <https://forms.gle/u2n6dc22QnsPs1Qy9>





UNICA
UNIVERSITÀ
DEI STUDI
DI CAGLIARI

Università degli Studi di Cagliari

Facoltà di Ingegneria e Architettura

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura

Corso di Laurea in Scienze dell'Architettura - a.a. 2025/26

Statica e Scienza delle Costruzioni

PRIMA PARTE: STATICA

> Iscrizione al corso

Link al modulo di iscrizione

Emanuele Reccia

emanuele.reccia@unica.it



> iscrizione

Per iscriversi compilare il form:

> <https://forms.gle/u2n6dc22QnsPs1Qy9>



N.B. l'iscrizione deve essere completata entro la prima settimana del corso!