

meccanica delle vibrazioni

laurea magistrale  
ingegneria meccanica

parte 0.0  
Introduzione Generalità Metodi

**Corso:** Meccanica delle vibrazioni

**Codice :** 296 Magistrale ingegneria Meccanica / 213 Magistrale ingegneria Navale

**Crediti :** 9

**Ore:** non meno di 72 - 50 ore di teoria / 22 ore di laboratorio

**Orario: Lunedì 9-11\*, Mercoledì 11-14, Ven 13-5 , Aula A ed.C7**

**Ricevimento:** Ufficiale Lunedì 11-12  
a vista  
su appuntamento / richiesta

\* cominciassimo 8.30?  
..per finire prima il corso  
..per attività di laboratorio

**Quali sono le aspettative sul corso ?**

**Come futuri ingegneri..**

**..in quale settore industriale vorreste operare?**

**..con quale funzione aziendale ?**



Mentimeter  
<https://www.mentimeter.com/app/home>

## Meccanica delle Vibrazioni (MDV)

E' un corso teorico-pratico con una particolare attenzione all'applicazione industriale degli argomenti trattati.

Due macro-argomenti:

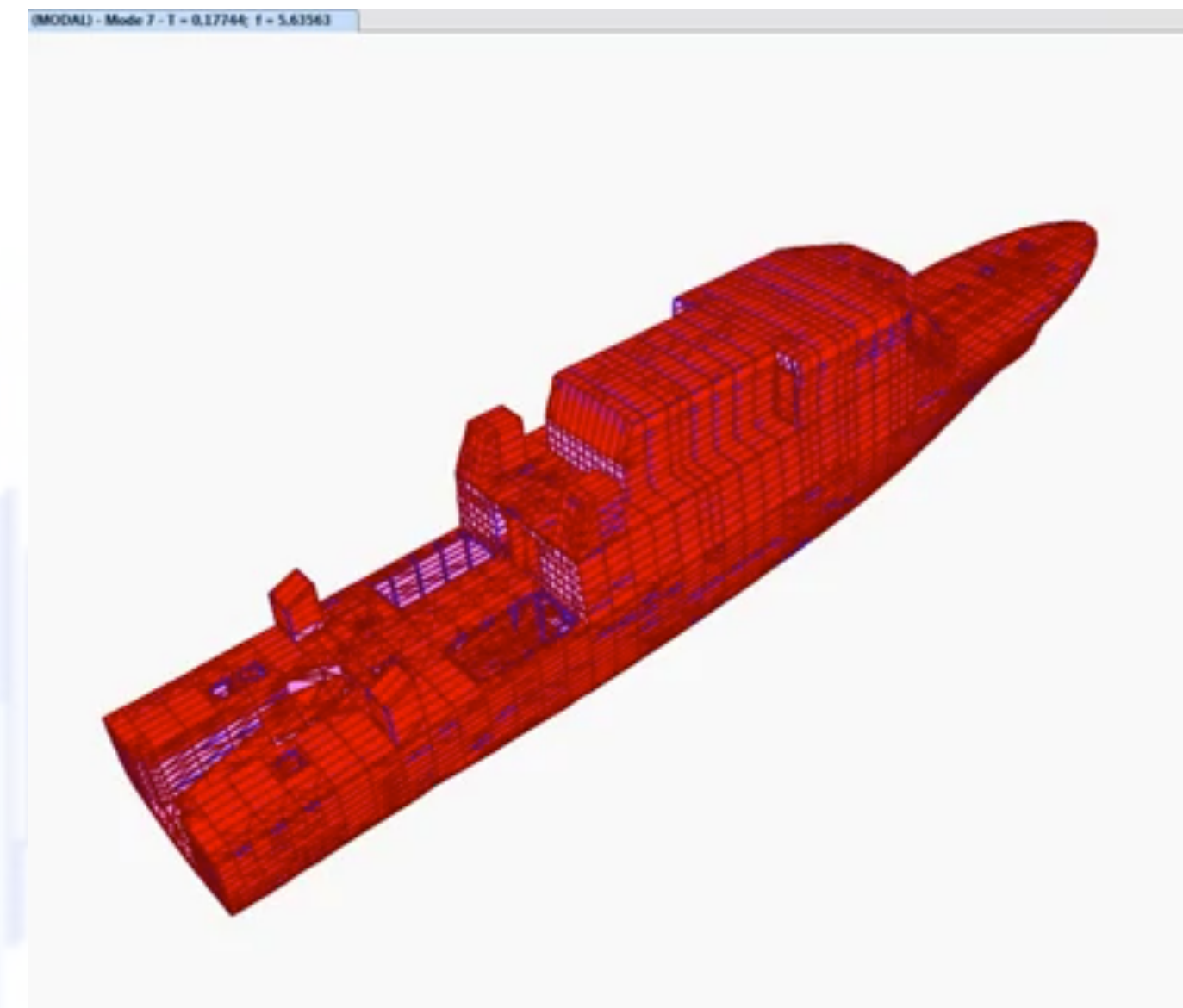
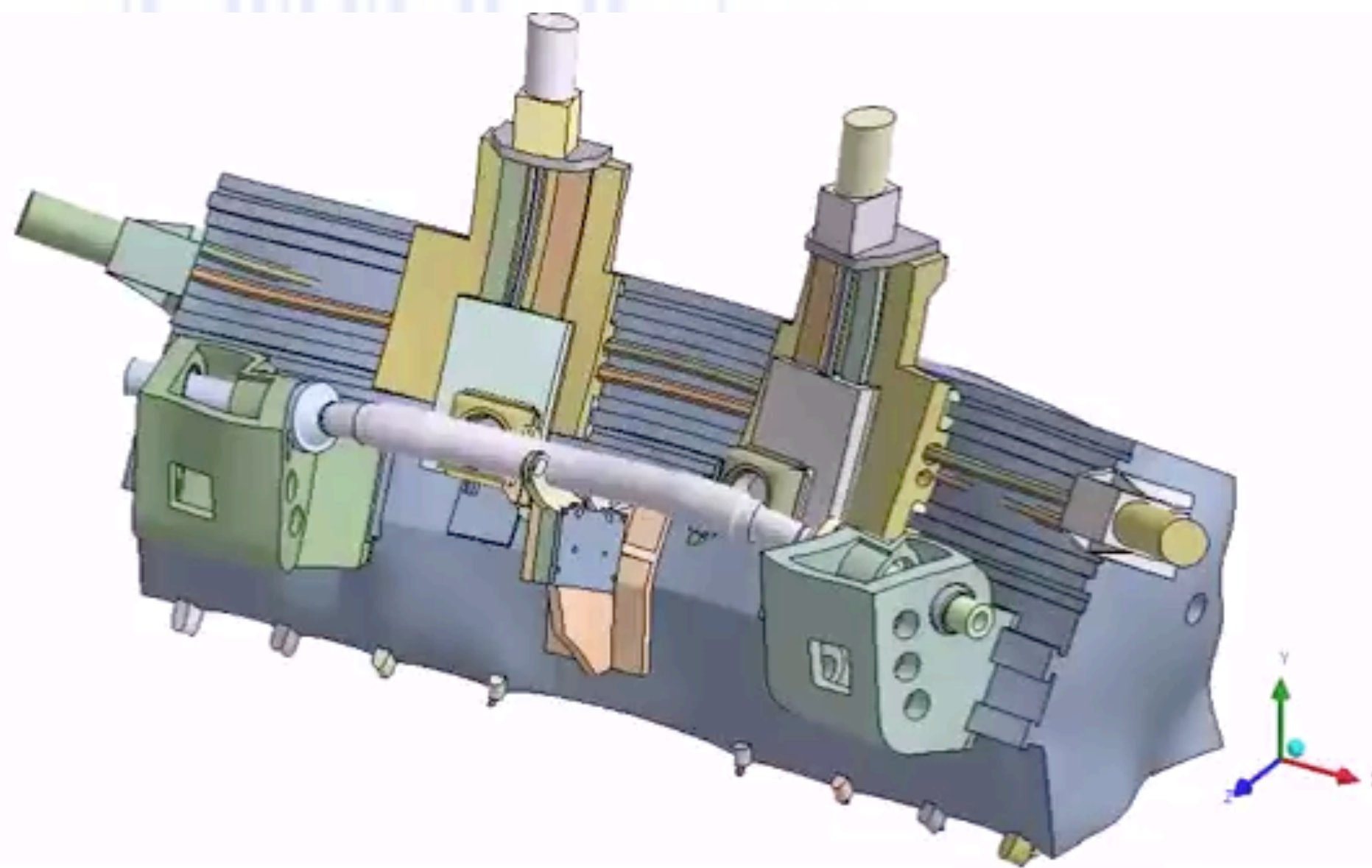
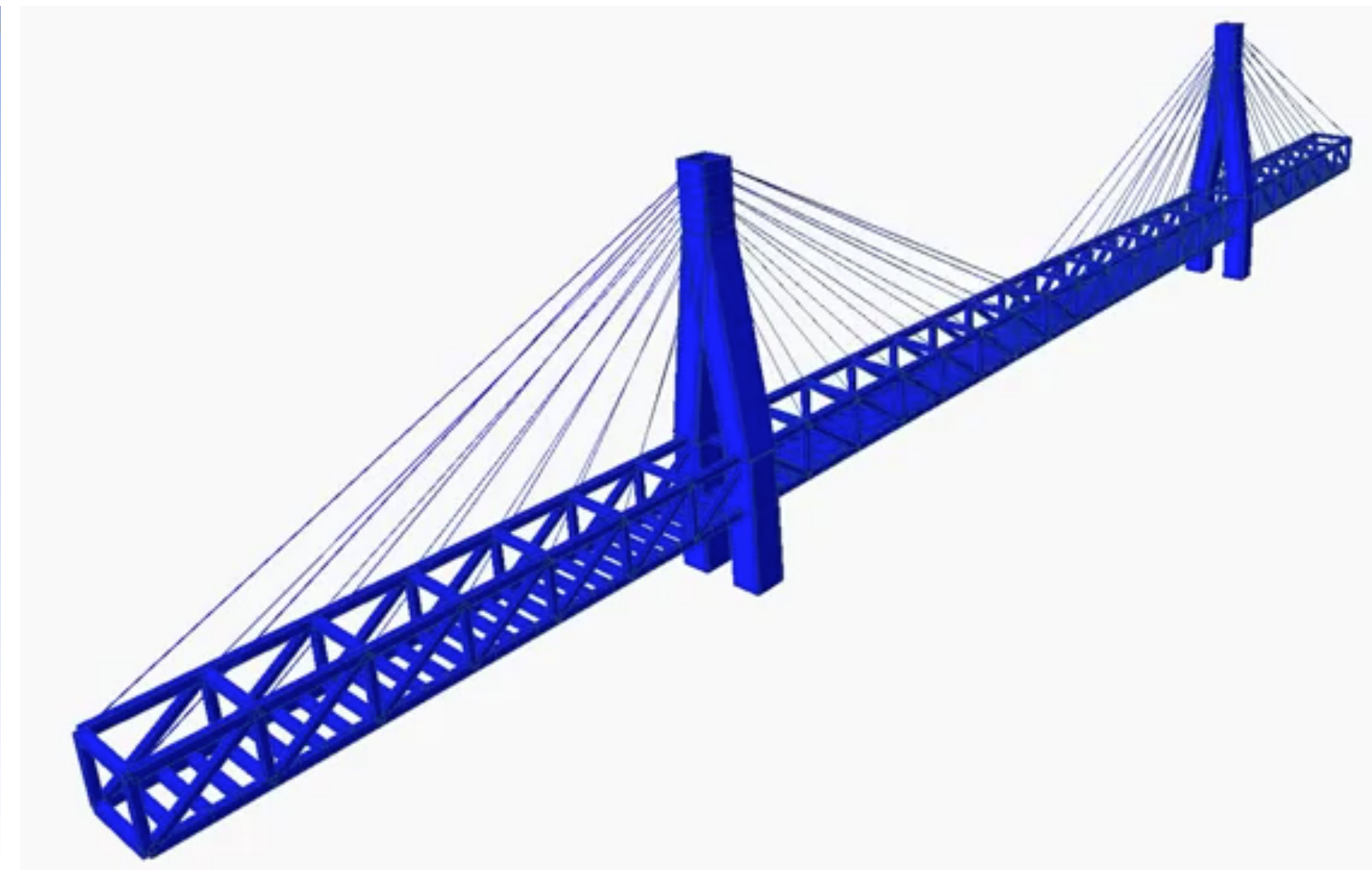
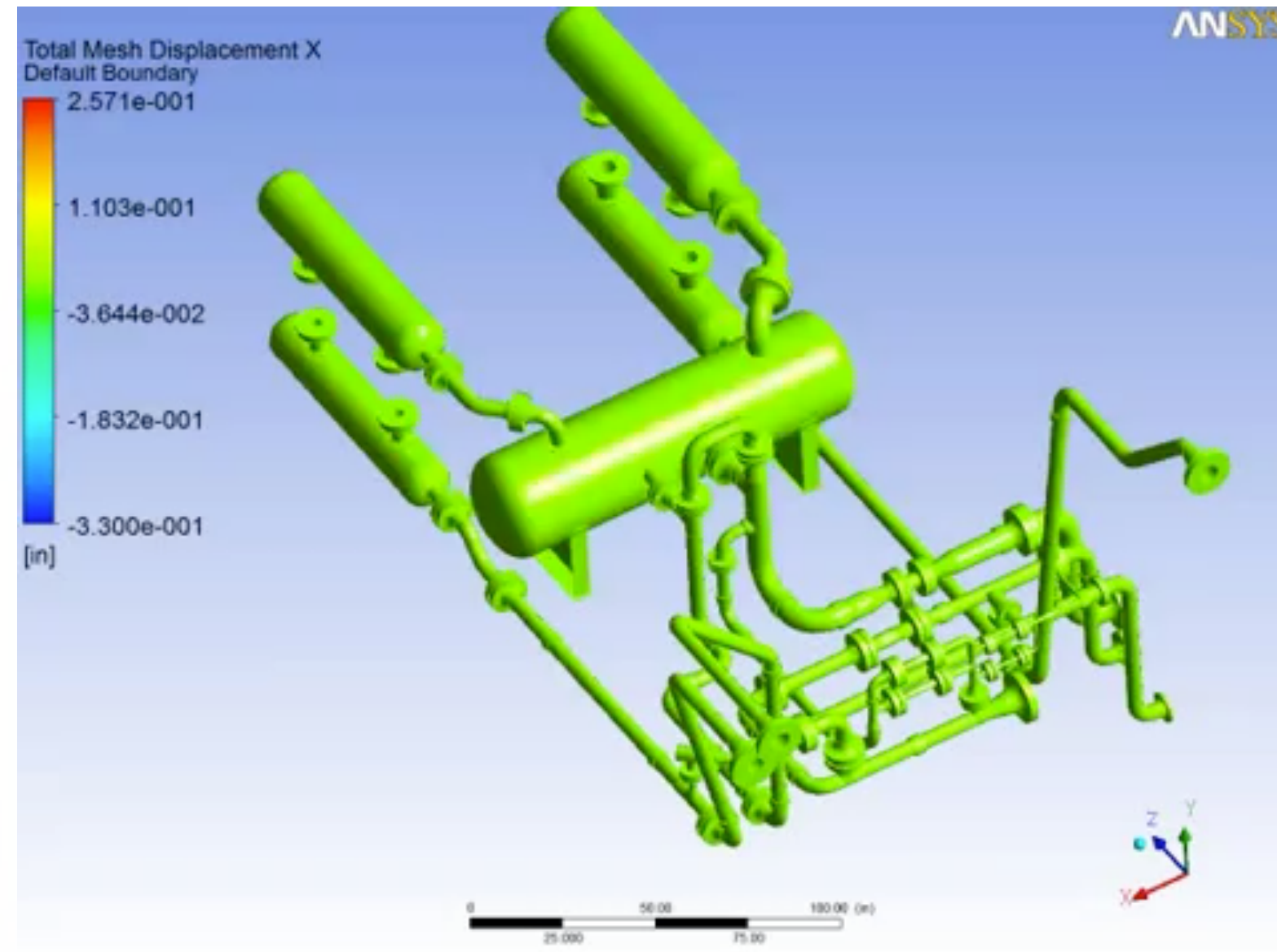
- > la scrittura e la risoluzione delle equazioni di moto di sistemi vibranti (formale / numerico)\*
- > l'acquisizione e l'analisi di dati provenienti da sistemi vibranti (sperimentale / numerico)\*\*

\* sistemi SDOF/MDOF  
senza-con smorzamento  
senza-con forzanti  
approccio Newtoniano / Energetico  
approccio Modale  
approccio FEM  
...

\*\* sensori, convertitori A/D, DAQ,  
esperienze pratiche in laboratorio  
misure per identificazione parametri caratteristici  
misure per monitoraggio  
misure per individuazione guasti  
..

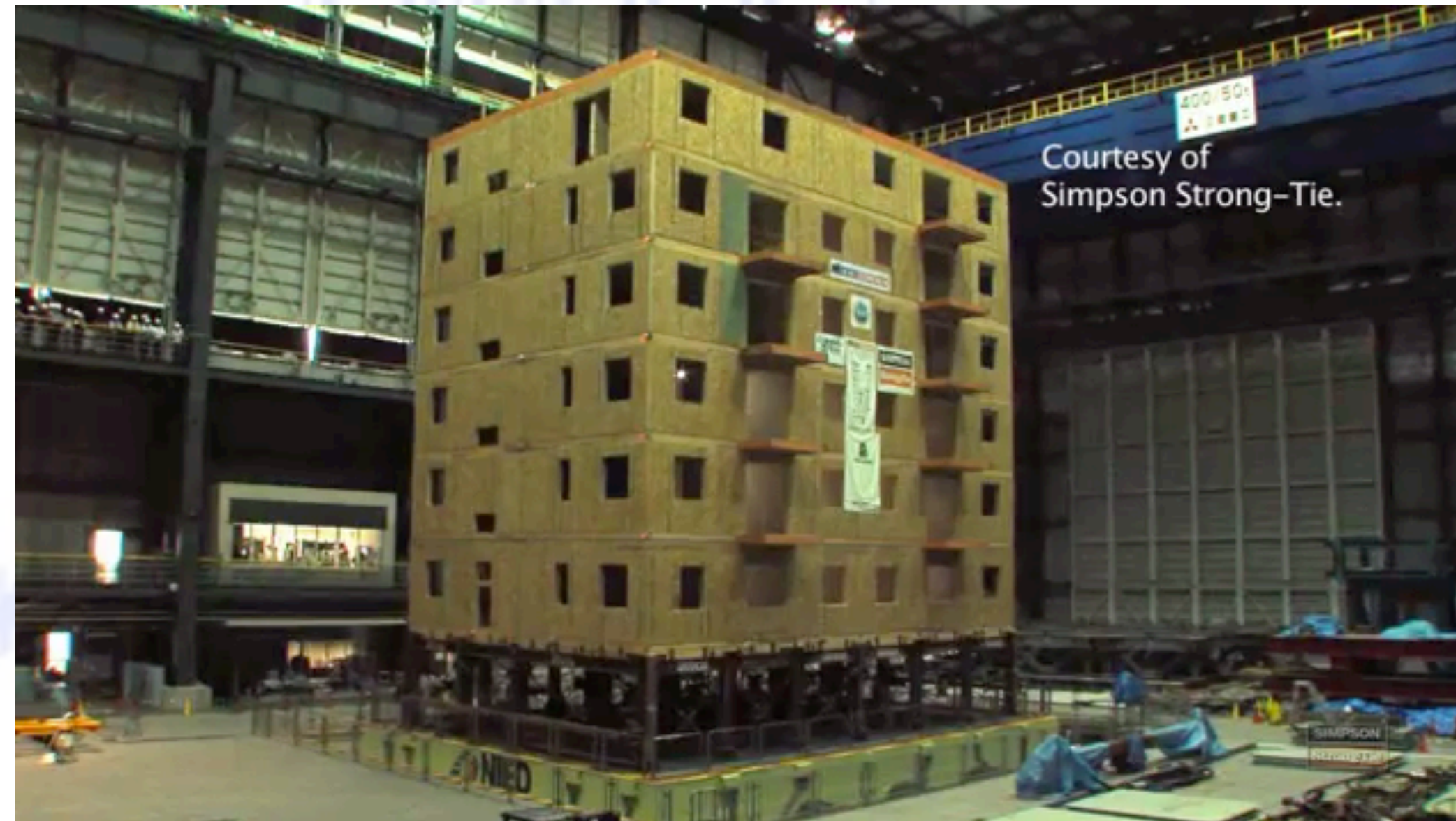
Qualche esempio:

**numerico**



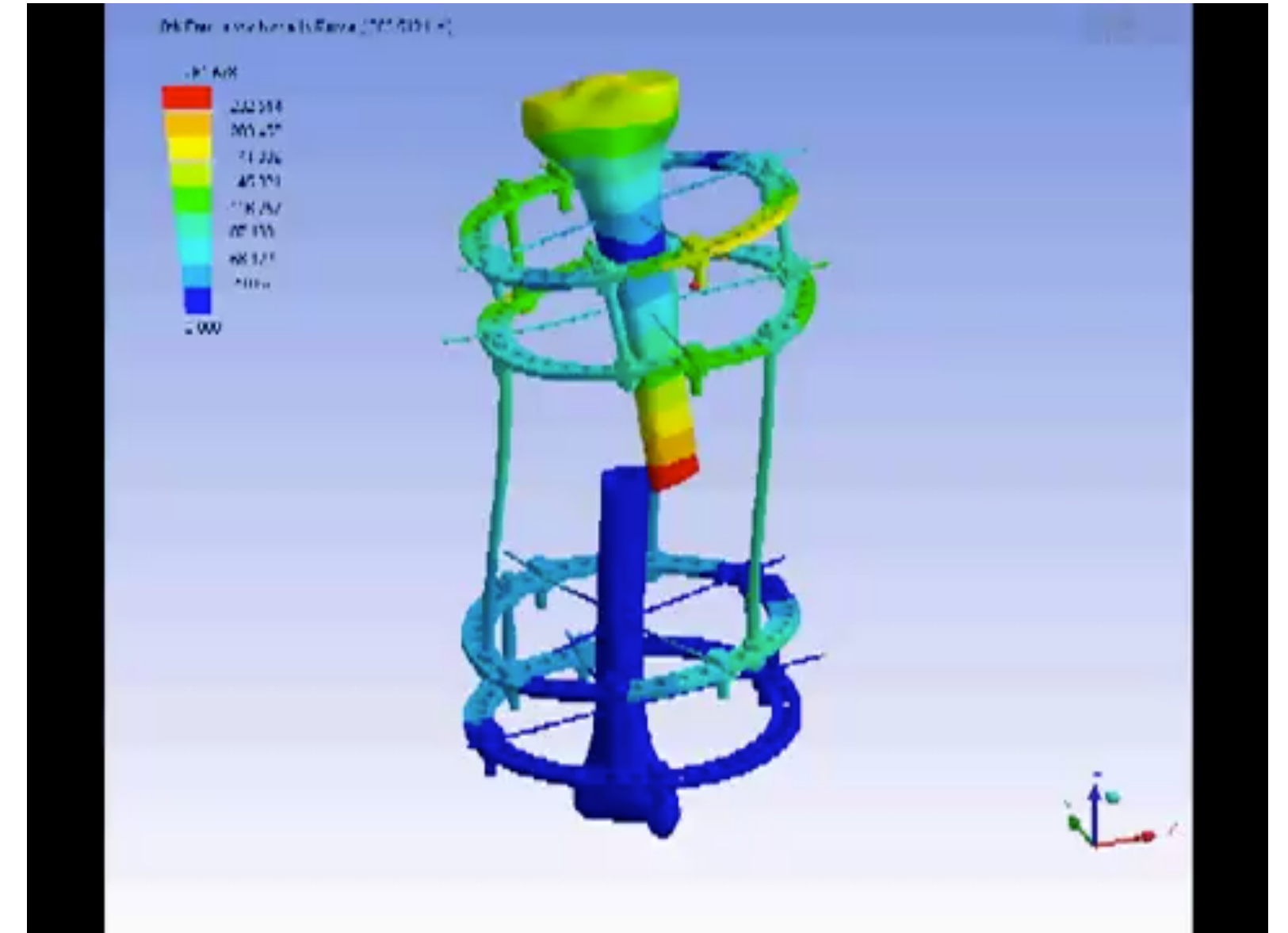
Qualche esempio:

**sperimentale**



E' vietato ogni utilizzo diverso da quello inerente la preparazione dell'esame del corso di Meccanica delle Vibrazioni @Units  
E' espressamente vietato l'utilizzo per qualsiasi scopo commerciale e/o di lucro

Qualche esempio:



I fenomeni alla base di tutti questi video sono analoghi!

Con le stesse tecniche, si possono studiare /analizzare / capire sistemi di ambiti molto diversi tra loro!!

# Meccanica delle Vibrazioni (MDV)

Scrittura equazioni del moto

Soluzioni equazioni del moto

Rotodinamica

Misura sperimentale vibrazioni  
(sensori e sistemi di acquisizione)

Analisi dati  
(KPI e funzioni)

Utilizzo dati monitoraggio macchinario  
(diagnostica e manutenzione)



## Progettazione CAD/CAE integrata

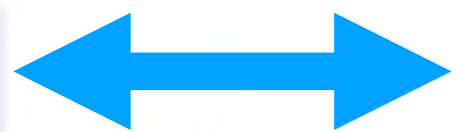
(es. modi di vibrare..)

Costruzione di Macchine e Affidabilità

(es. frequency shift..)

Progetto di Macchine

(es. part redesign..)



## Misure Meccaniche e Collaudi

(es. precisione, ordine strumenti..)



## Fondamenti e Metodi per la progettazione

(es. time series analysis, MCDM..)



piccolo inciso.. conoscete i

## **Descrittori di Dublino ?**

I Descrittori di Dublino per la definizione dei risultati di apprendimento dei CdS sono stati costruiti tenendo conto delle seguenti dimensioni:

- \* acquisizione del sapere;
- \* applicazione del sapere;
- \* sviluppo della capacità critica e di analisi (ovvero capacità di operare scelte mirate),
- \* capacità di trasmettere quanto si è appreso;
- \* capacità di proseguire l'apprendimento in modo autonomo.

Queste dimensioni, profondamente interconnesse, sono declinate all'interno di una singola disciplina, campo di studio o settore professionale, in base al modo in cui l'apprendimento viene sviluppato in quello specifico ambito. I risultati di apprendimento descrivono ciò che lo studente dovrà sapere, comprendere ed essere in grado di dimostrare al termine del processo di apprendimento. Queste competenze generali si applicano a tutte le aree di studio e possono essere così riassunte:

- \* capacità di fare ricerca, di lavorare in gruppo, di pianificare e gestire progetti o specifiche attività;
- \* capacità di risolvere problemi, di sviluppare idee in modo originale e creativo;
- \* capacità argomentative, analitiche e di sintesi.

I Descrittori di Dublino vengono di seguito analizzati relativamente ai due cicli di laurea:

(..è quello che ci si aspetta siate in grado di fare alla fine di ciascun ciclo didattico;  
se non siete al livello atteso..fateci un'attenta riflessione!!)

### **A) Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

Laurea Triennale: dimostrare di avere conoscenze e capacità di comprensione in un campo di studi di un livello post-secondario, anche rispetto ad alcuni temi d'avanguardia nel proprio campo di studio, con il supporto di libri di testo avanzati;

**Laurea Magistrale: dimostrare conoscenze e capacità di comprensione che estendono e/o rafforzano quelle tipicamente associate al primo ciclo e consentono di elaborare e/o applicare idee originali, spesso in un contesto di ricerca.**

### **B) Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)**

Laurea Triennale: essere in grado di applicare le conoscenze acquisite in modo competente e riflessivo; possedere competenze adeguate sia per ideare e sostenere argomentazioni, sia per risolvere problemi e applicare tecniche e metodi nell'ambito del proprio campo di studi;

**Laurea Magistrale: risolvere problemi in ambiti nuovi o non familiari, inseriti in contesti più ampi (o interdisciplinari), connessi al rispettivo settore di studio.**

### **C)Autonomia di giudizio (making judgements)**

Laurea Triennale: raccogliere ed interpretare i dati utili a determinare giudizi informa autonoma, compresa la riflessione su temi sociali, scientifici o etici ad essi connessi;

**Laurea Magistrale: integrare le conoscenze e gestire la complessità; formulare giudizi anche in presenza di informazioni limitate o incomplete; riflettere sulle responsabilità sociali ed etiche collegate all'applicazione di determinate conoscenze e giudizi.**

### **D)Abilità comunicative (communication skills)**

Laurea Triennale: comunicare informazioni, idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non;

**Laurea Magistrale: comunicare conoscenze essendo in grado di illustrare i processi che hanno condotto alla loro acquisizione a interlocutori specialisti e non specialisti.**

### **E)Capacità di apprendimento (learning skills)**

Laurea Triennale: sviluppare le competenze necessarie per intraprendere studi successivi con un alto grado di autonomia;

**Laurea Magistrale: studiare in un modo auto-gestito o autonomo**

in più, ricordate..

Sono concetti comuni e condivisi dalle varie Università e nei diversi corsi di studio!!

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-didattica/item/21031-descrittori-di-dublino>

<https://www.uniroma1.it/sites/default/files/allegati/1%20DESCRITTORI%20DI%20DUBLINO.pdf>

[https://www.uniba.it/it/ateneo/presidio-qualita/pqa/Veterinaria\\_2sd.pdf](https://www.uniba.it/it/ateneo/presidio-qualita/pqa/Veterinaria_2sd.pdf)

<https://www2.dipmedicina.unimol.it/dietistica/descrittori-di-dublino/>

...



**Materiale Didattico:** presentazioni delle lezioni disponibili in formato pdf sul sito [www.moodle2.units.it](http://www.moodle2.units.it)

**NB** questo materiale non rappresenta la base massima del sapere,  
ma una traccia degli argomenti trattati.

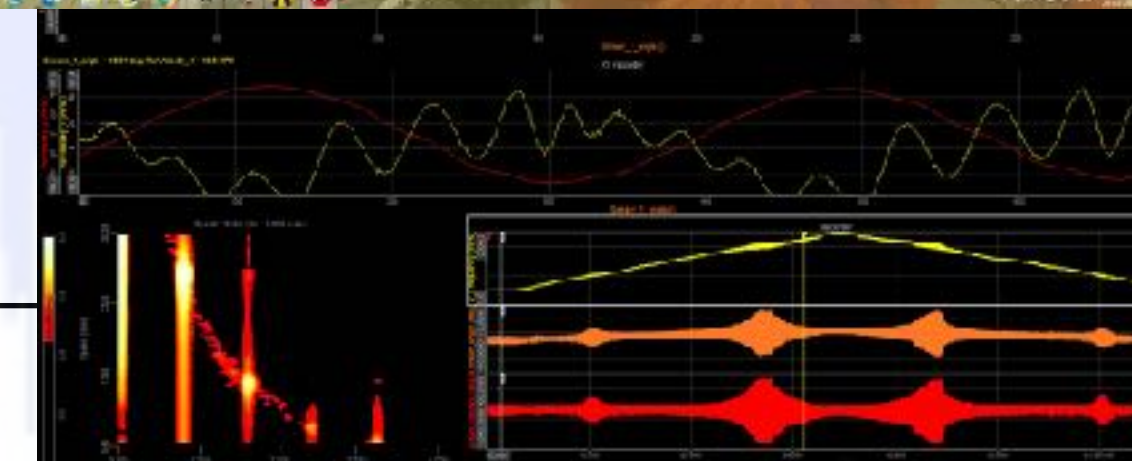
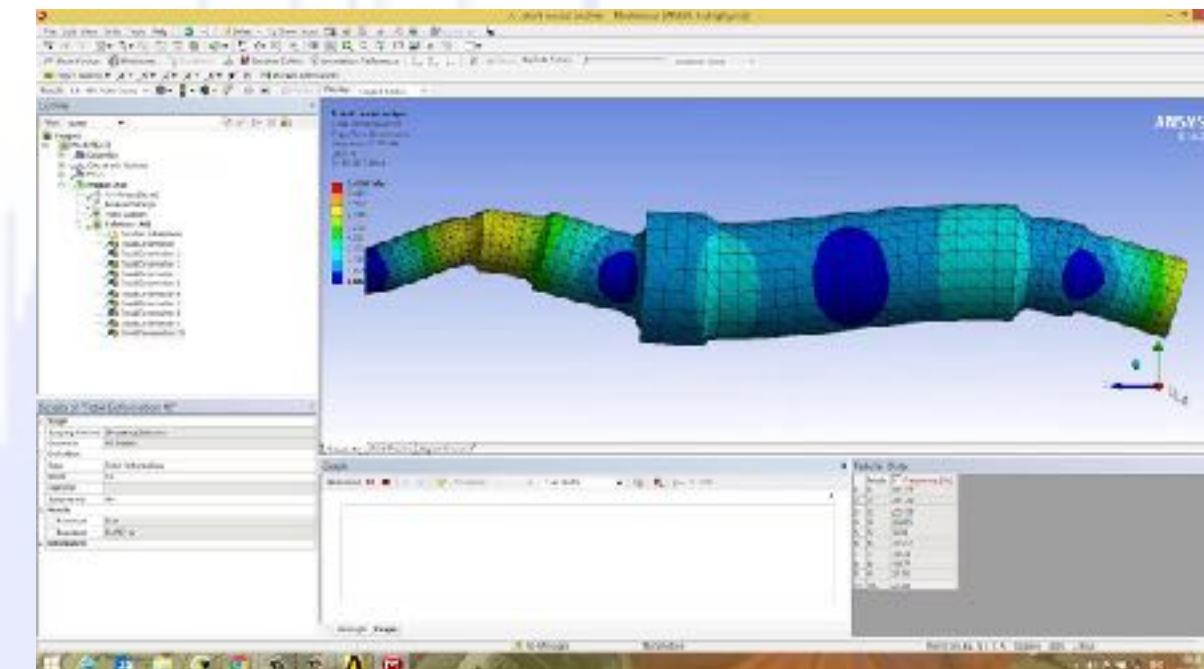
**NB** questo materiale contiene errori..questo materiale non contiene tutti i passaggi  
trovarli fa parte della preparazione / sviluppo capacità critica / consolidamento conoscenza!

**NMB** Si studia sui libri !! (vedi slide successiva)

**Software:** durante il corso verranno utilizzati alcuni software. In particolare si suggerisce di aver  
su proprio pc:

- \* Matlab: <https://www.mathworks.com/academia/tah-portal/universita-degli-studi-di-trieste-40730846.html>
- \* Python se preferite una soluzione opensource
- \* Ansys Workbench
- \* Dewesoft: <https://download.dewesoft.com/list/dewesoftx>

**NB** questi sw hanno tutti i materiali formativi online,  
fa parte della preparazione / sviluppo capacità critica / consolidamento conoscenza!  
imparare a usarli in autonomia!!



## **Bibliografia di riferimento:**

### Per la parte generale

- Structural Dynamics - Roy Craig - Wiley - BTS 23a/168
- Modal Analysis - Ward Heylen et al. - KUL - BTS 22h/130
- Engineering Vibrations - Daniel Iman - Prentice - BTS 29c/28

### Per la parte rotodinamica

- Dynamics of rotating machinery - Michael Friswell et al. - Cambridge - BTS 29a/92
- Vibrations of rotation machinery - Osami Matsushita et al. - Springer - BTS 29c/85

### Per l'analisi del segnale

- Analog and digital signal processing - Ashok Ambardar - PWS - BTS 22h/118
- Modal Analysis - Ward Heylen et al. - KUL - BTS 22h/130
- Noise and Vibration Analysis - Anders Brandt - Wiley - BTS 29c/62

### Per il monitoraggio

- Vibration based condition monitoring - Robert Randall - Wiley - Biblioteca digitale

**NB** Non servono tutti! scegliete quello che preferite.. o cercatene altri che vi piacciono di più!

Per tutti gli argomenti trattati nel corso, è disponibile in rete molto materiale!

## Prodotti

[www.prosig.com](http://www.prosig.com)  
[www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)  
[www.bksv.com](http://www.bksv.com)  
[www.pcb.com](http://www.pcb.com)  
[www.abravibre.com](http://www.abravibre.com)  
[www.dewesoft.com](http://www.dewesoft.com)  
...

## Riviste on-line

Journal of sound and vibration  
Mechanical systems and signs processing  
Measurements  
...

## Open Courses

[ocw.mit.edu](http://ocw.mit.edu)  
[openuniversity.edu](http://openuniversity.edu)  
[ocw.tudelft.nl](http://ocw.tudelft.nl)  
...

## Ricerche bibliografiche

google scholar  
[biblio.units.it](http://biblio.units.it)  
[webofscience.com](http://webofscience.com)  
[scopus.com](http://scopus.com)  
...

**NB** non ci sono scuse per dire..non ho trovato!

## Modalità d'esame:

7 appelli all'anno: 3 gennaio-febbraio, 3 giugno-agosto, 1 settembre  
Solo appelli regolari! Non ci sono appelli straordinari!

Modalità d'esame:

Si valuta la capacità di **applicare** quanto visto a lezione su casi pratici e la conoscenza della teoria

L'esame prevede la soluzione di un esercizio, e domande su tesina e teoria  
Si ipotizza che ogni studente parta da 30/30, a scalare...

esercizio	tesina	orale
svolgimento corretto elaborazione numerica corretta → -0	5 punti, a scalare se mancano	7 punti, a scalare se mancano
svolgimento corretto elaborazione numerica errato → -3	-2,5 illustrazione del metodo -1,5 illustrazione dei risultati -1 ricerca bibliografica	-1 comprensione domande -5 conoscenza ed utilizzo materia -1 capacità comunicative (orali e grafiche)
svolgimento errato → <b>ci si ripresenta</b>		

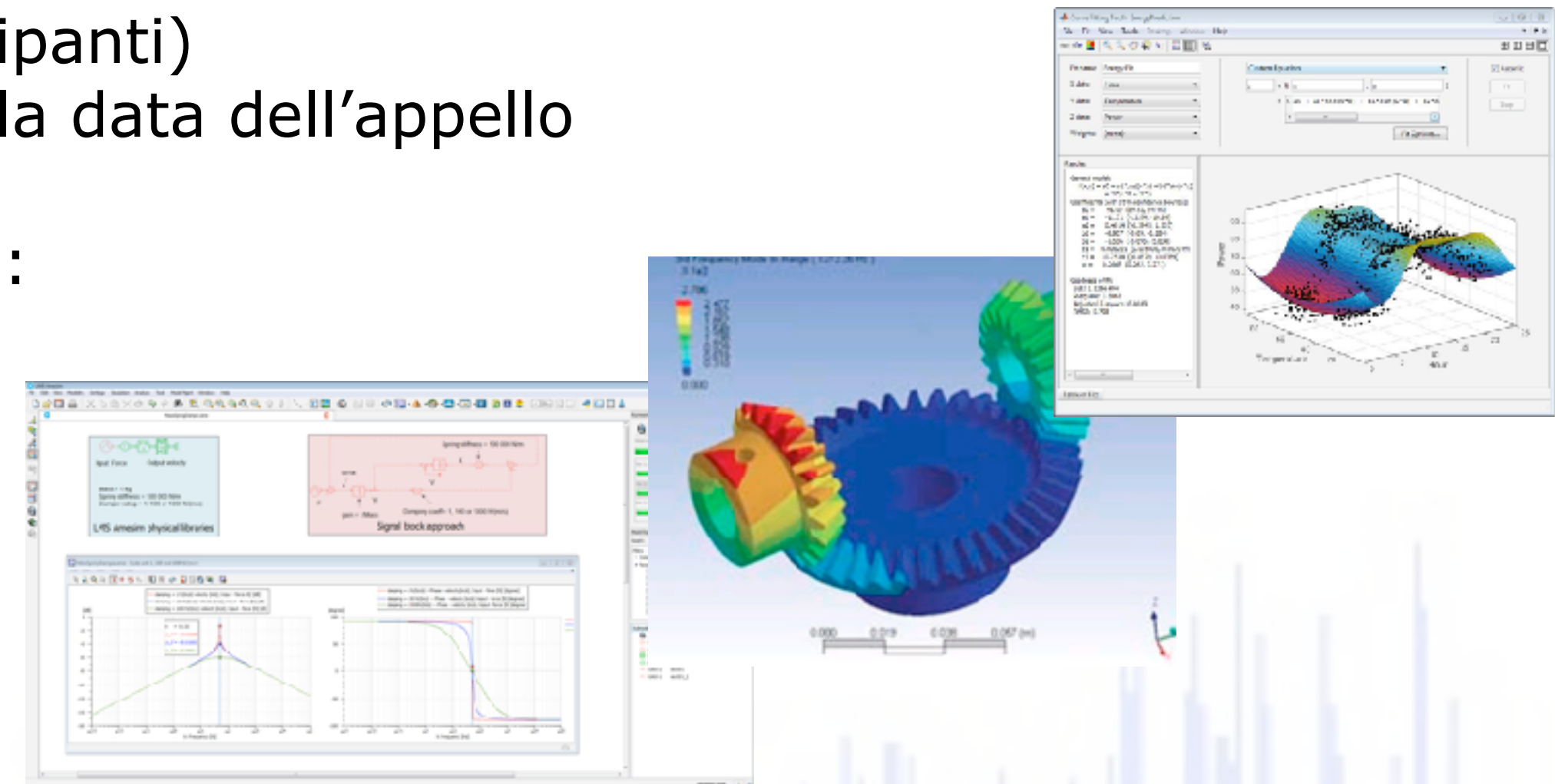
**NB** La Lode viene data a chi dimostra padronanza degli argomenti e capacità di comunicarla organicamente !

## Tesina:

Per sostenere l'esame serve presentare un elaborato su argomenti attinenti il programma del corso (numerica, sperimentale, correlazione, sviluppo algoritmo..)

Può essere

- elaborato singolarmente o in gruppo (max 3 partecipanti)
- consegnato entro le ore 12 del venerdì precedente la data dell'appello (in formato cartaceo e digitale con allegati)
- contenete per lo meno ed in maniera non esaustiva:
  - definizione del problema
  - stato dell'arte
  - sviluppo personale
  - risultati
  - bibliografia
  - ...



per farvi impratichire con strumenti specifici, per farvi capire se MDV vi piace abbastanza da farci una tesi, per provare ad affrontare un problema in maniera autonoma (o quasi) e senza troppi danni (o quasi), usando le conoscenze acquisite!

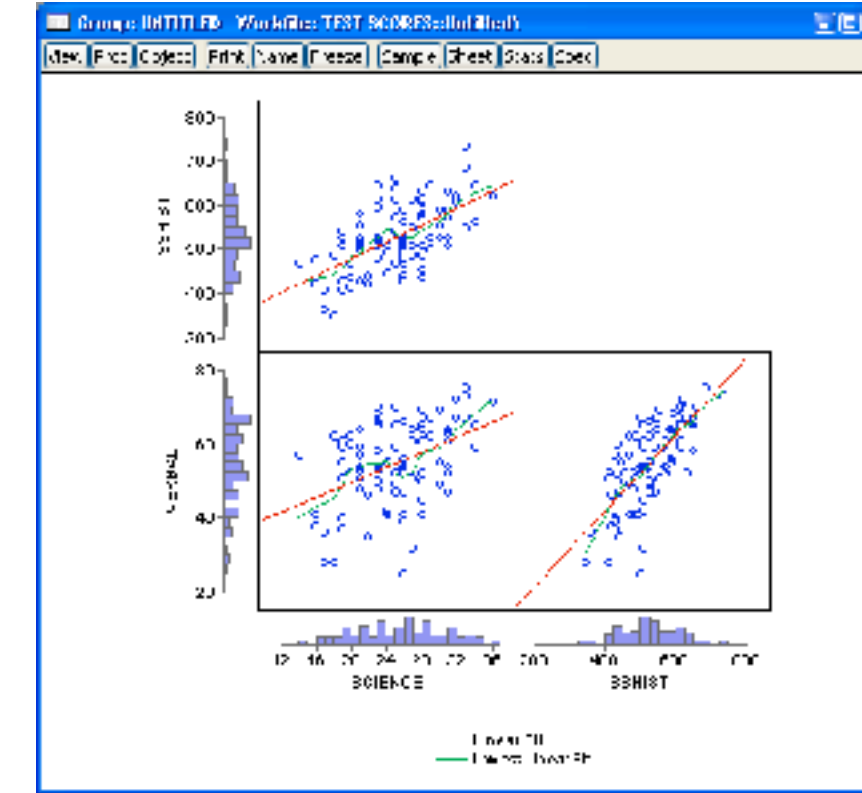
**NB** max dimensione del font utilizzabile: per il testo 12pt, per i titolo 14pt.



## Tesina:

esempi:

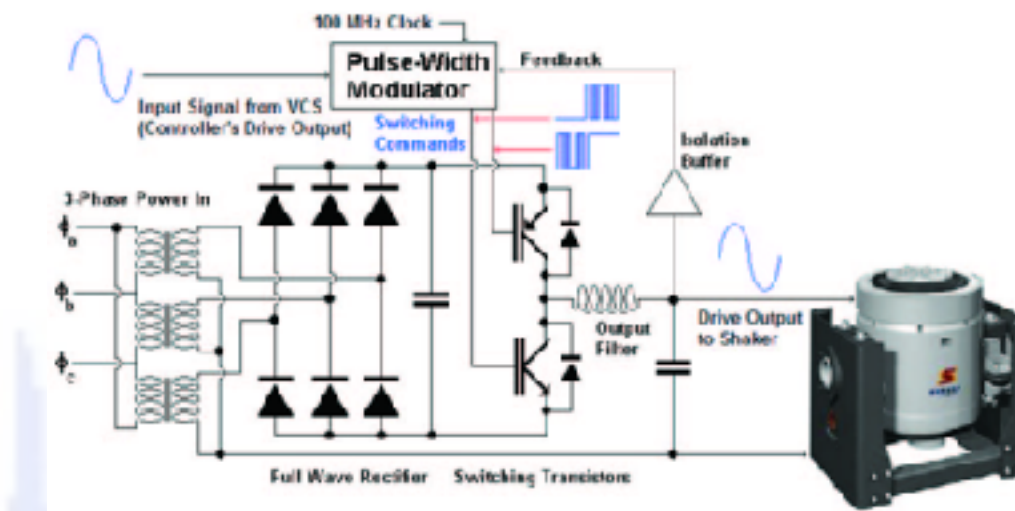
fitting di dati sperimentali per la costruzione di modelli parametrici previsionali di comportamento



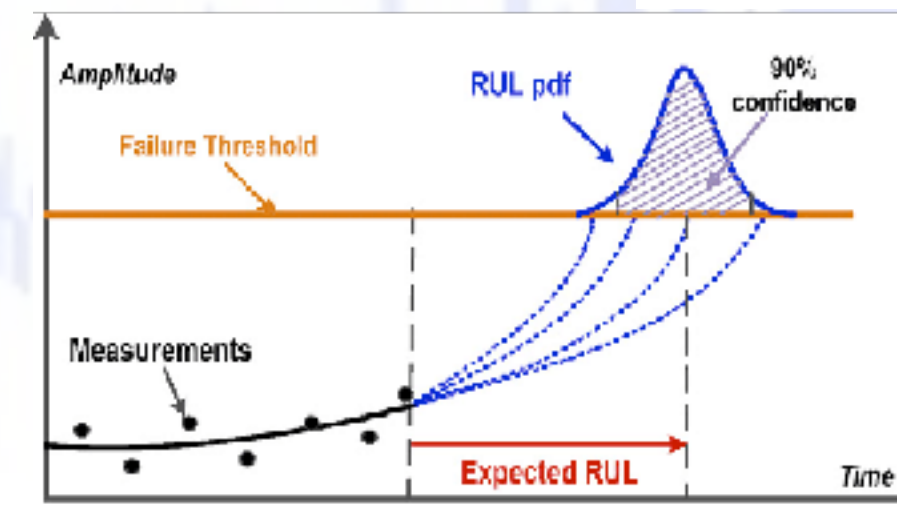
caratterizzazione numerico/sperimentale di molle a filo metallico



caratterizzazione numerico/sperimentale di shaker elettrodinamici



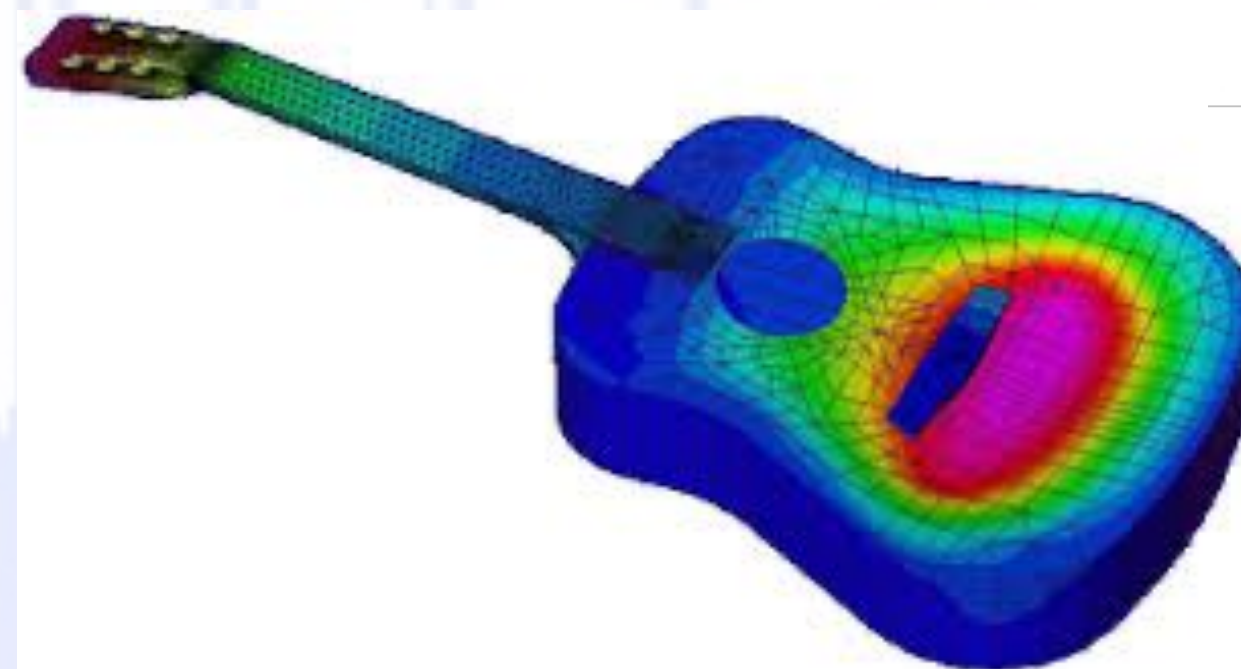
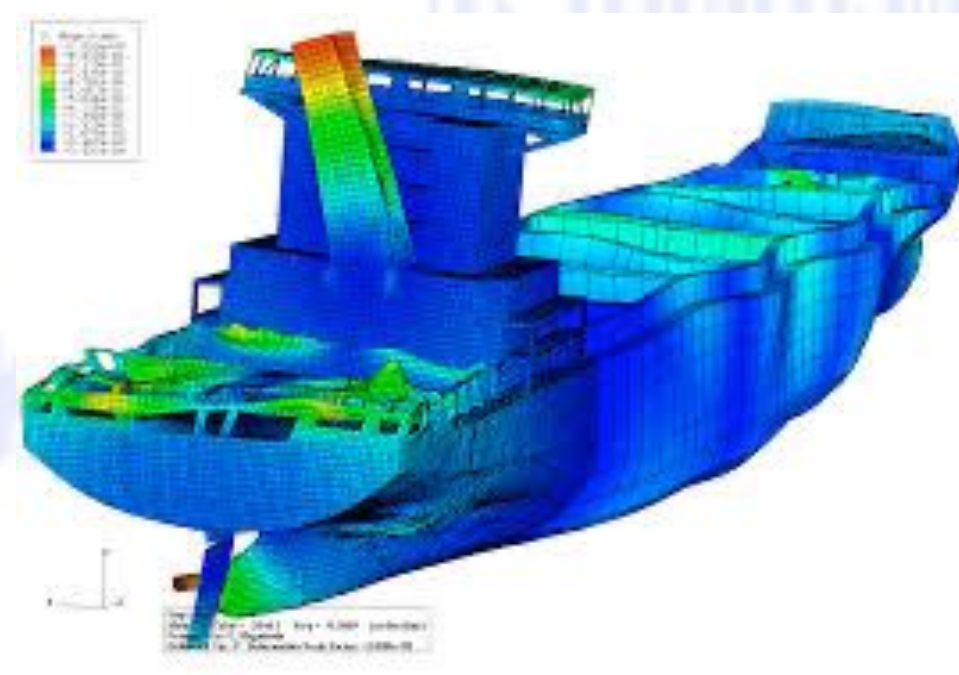
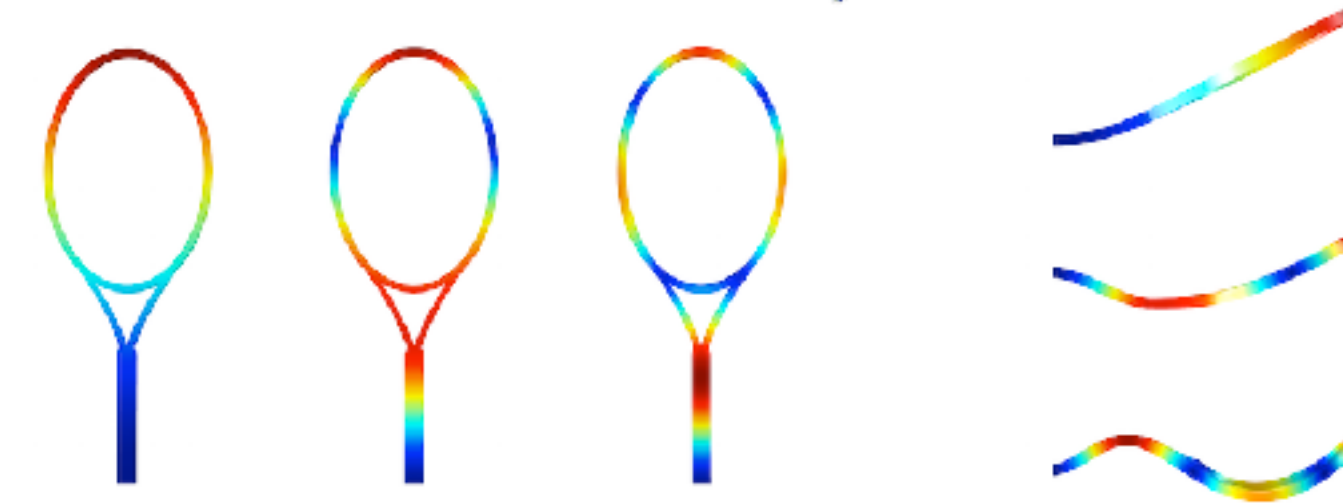
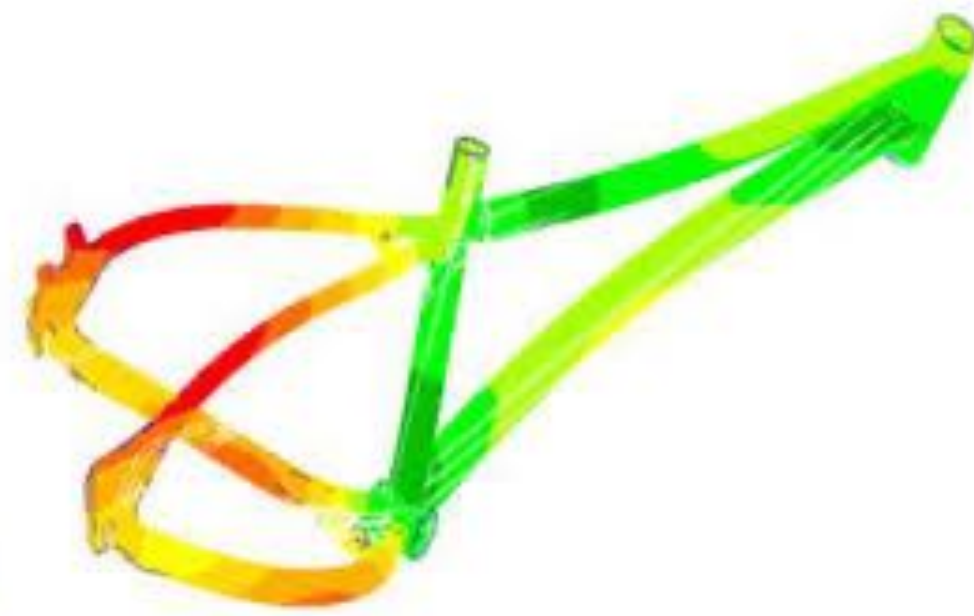
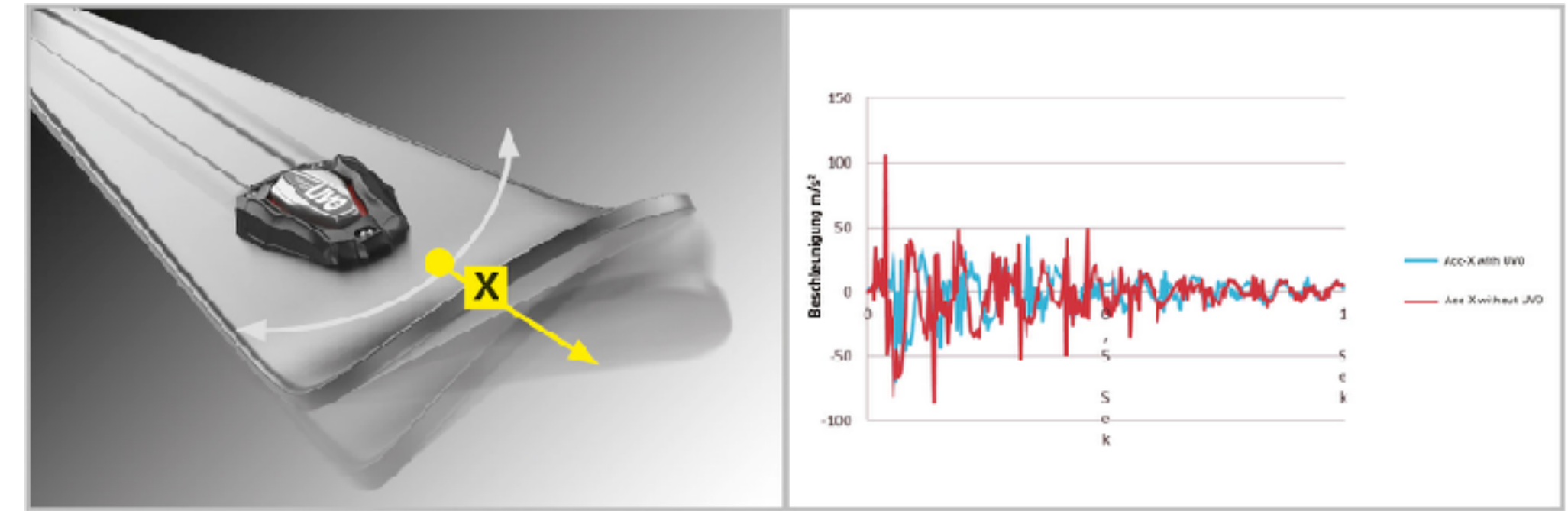
creazione di modelli numerici peer la stima della RUL



Tesina:

esempi:

tutto quello che può personalmente interessarvi..



E' vietato ogni utilizzo diverso da quello inerente la preparazione dell'esame del corso di Meccanica delle Vibrazioni @Units  
E' espressamente vietato l'utilizzo per qualsiasi scopo commerciale e/o di lucro

## Open badge

dal sito Units:

*"Un Open Badge è un attestato digitale delle conoscenze disciplinari, abilità personali e competenze tecniche acquisite.*

*E' una fotografia che rappresenta qualcosa di te: qualcosa che sai fare, le attività a cui hai partecipato".*

## Mechanical measurement with Dewesoft systems

partecipare alle 3 esercitazioni pratiche previste nel corso

presentare una tesina di carattere sperimentale

superare 10 ProTraning dal sito della Dewesoft (in regalo una shirt!)

<https://bestr.it/badge/show/3848>

<https://training.dewesoft.com/online>



**Dubbi?**

**Domande?**

**Desideri?**

E' vietato ogni utilizzo diverso da quello inerente la preparazione dell'esame del corso di Meccanica delle Vibrazioni @Units  
E' espressamente vietato l'utilizzo per qualsiasi scopo commerciale e/o di lucro