UNIVERSITÀ DI PAVIA

## Anno Accademico 2021/2022

# MODELLI COSTITUTIVI DEI MATERIALI

| | |
|---|---|
| **Anno immatricolazione** | 2021/2022 |
| **Anno offerta** | 2021/2022 |
| **Normativa** | DM270 |
| **SSD** | ING-IND/34 (BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE) |
| **Dipartimento** | DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE |
| **Corso di studio** | BIOINGEGNERIA |
| **Curriculum** | Cellule, tessuti e dispositivi |
| **Anno di corso** | 1° |
| **Periodo didattico** | Primo Semestre (27/09/2021 - 21/01/2022) |
| **Crediti** | 6 |
| **Ore** | 57 ore di attività frontale |
| **Lingua insegnamento** | Italiano |
| **Tipo esame** | SCRITTO E ORALE CONGIUNTI |
| **Docente** | AURICCHIO FERDINANDO (titolare) - 3 CFU<br>ALAIMO GIANLUCA - 1 CFU<br>CONTI MICHELE - 2 CFU |
| **Prerequisiti** | Conoscenze di base di algebra, di meccanica dei solidi (concetti introduttivi di deformazione e tensione), di calcolo numerico. |
| **Obiettivi formativi** | l modulo si propone di introdurre lo studente allo studio ed all'utilizzo di modelli matematici analitici e numerici per la descrizione del comportamento costitutivo di materiali.<br>Partendo da un inquadramento generale della teoria dei corpi deformabili, si affronterà lo sviluppo di legami elastici ed inelastici (discutendo modelli di visco-elasticità, visco-plasticità, plasticità, con possibili estensioni al caso di danno e fatica), per materiali isotropi e nonisotropi,<br>dando anche cenni alle problematiche per la loro soluzione in |

ambito numerico.
Si discuterà anche delle prove meccaniche da svolgere per la calibrazione dei modelli.

**Programma e contenuti**

Il modulo si propone di introdurre lo studente allo studio ed all'utilizzo di modelli matematici analitici e numerici per la descrizione del comportamento costitutivo di materiali. Partendo da un inquadramento generale della teoria dei corpi
deformabili, si affronterà lo sviluppo di legami elastici ed inelastici (discutendo modelli di visco-elasticità, visco-plasticità, plasticità, con possibili estensioni al caso di danno e fatica), per materiali isotropi e non isotropi,
dando anche cenni alle problematiche per la loro soluzione in ambito numerico.
Prove meccaniche verrano discusse.
- Richiami di algebra tensoriale
- Fondamenti di meccanica dei corpi deformabili nell'ipotesi di piccole deformazioni.
- Analisi della deformazione. Equilibrio. Particolarizzazione al caso di piccoli gradienti di spostamento.
Principi fondamentali per lo sviluppo di legami costitutivi: invarianza dell'osservatore e simmetria materiale
Modelli elastici in piccole deformazioni: elasticità alla Cauchy ed elasticità alla Green. Sviluppo di modelli per diverse simmetrie materiale: materiali isotropi, materiali con una fibra, materiali con due fibre.
Estensione al caso di grandi deformazioni.
Sviluppo di un programma di calcolo (per esempio in Matlab) per la simulazione di storie a controllo di deformazione e/o di tensione.
Applicazione al caso di particolari classi di materiali (ad esempio, polimeri, materiali compositi, tessuti biologici molli, etc.). Confronto con dati sperimentali e sviluppo di un programma per la determinazione automatica dei parametri costitutivi.
Modelli inelastici in piccole deformazioni: visco-elasticità, viscoplasticità, plasticità classica, plasticità con incrudimento isotropo e cinematico.
Schemi di integrazione soluzione numerica e sviluppo di un programma di calcolo (in matlab o in sage) per la simulazione di storie a controllo di deformazione e/o di tensione.
Applicazione al caso di particolari classi di materiali inelastici (ad esempio, materiali metallici, calcestruzzo, etc.). Confronto con dati sperimentali.
Possibili cenni su fenomeni di danno e fatica per materiali.

**Metodi didattici**

Lezioni frontali con implementazione dei modelli al calcolatore ove necessario.

**Testi di riferimento**

Appunti a cura del docente.
Materiale didattico per ulteriori approfondimenti: .
Besson, J. et al.. Non-linear mechanics of materials. Springer (2010).
Bonet, J. and R. Wood (1997). Nonlinear Continuum Mechanics for finite
element analysis. Cambridge University Press. .

| | |
|---|---|
| | Hjelmstad, K. (1997). Fundamentals of Structural Mechanics. Prentice Hall.<br>Holzapfel, G. (2000). Nonlinear solid mechanics: a continuum approach for engineering. John Wiley & Sons.<br>Lemaitre, J. and J. Chaboche (1990). Mechanics of solid materials. Cambridge University Press.<br>Lubliner, J. (1990). Plasticity theory. Macmillan. .<br>Simo, J. and T. Hughes (1998). Computational inelasticity. Springer-Verlag.<br>Zienkiewicz, O. and R. Taylor (1991). The finite element method (fourth ed.), Volume II. New York: McGraw Hill. |
| **Modalità verifica apprendimento** | E’ prevista di norma una prova scritta ed una prova orale con discussione<br>degli elaborati assegnati durante il corso e possibilmente di un progetto finale di tipo teorico e/o numerico. Le modalità possono variare in base al<br>numero degli studenti interessati al corso. |
| **Altre informazioni** | link utili:<br>http://www-2.unipv.it/compmech/teaching_av.html<br>http://www-2.unipv.it/compmech/mate-lab.html |
| **Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile** | $lbl_legenda_sviluppo_sostenibile |