



## ANALISI E MODELLISTICA DEI TESSUTI BIOLOGICI

|                       |                                                            |
|-----------------------|------------------------------------------------------------|
| Anno immatricolazione | 2017/2018                                                  |
| Anno offerta          | 2017/2018                                                  |
| Normativa             | DM270                                                      |
| Dipartimento          | DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE |
| Corso di studio       | BIOINGEGNERIA                                              |
| Curriculum            | Bioingegneria delle cellule e dei tessuti                  |
| Anno di corso         | 1°                                                         |
| Periodo didattico     | Annualità Singola (02/10/2017 - 15/06/2018)                |
| Crediti               | 12                                                         |
| Lingua insegnamento   | Italiano                                                   |

### L'insegnamento è suddiviso

504020 - **BIOIMMAGINI MULTIMODALI**

502862 - **MODELLI COSTITUTIVI DEI MATERIALI**



# UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2017/2018

## BIOIMMAGINI MULTIMODALI

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Anno immatricolazione</b> | 2017/2018                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Anno offerta</b>          | 2017/2018                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Normativa</b>             | DM270                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>SSD</b>                   | ING-INF/06 (BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Dipartimento</b>          | DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Corso di studio</b>       | BIOINGEGNERIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Curriculum</b>            | Bioingegneria delle cellule e dei tessuti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Anno di corso</b>         | 1°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Periodo didattico</b>     | Secondo Semestre (05/03/2018 - 15/06/2018)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Crediti</b>               | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Ore</b>                   | 53 ore di attività frontale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Lingua insegnamento</b>   | Italiano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Tipo esame</b>            | SCRITTO E ORALE CONGIUNTI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Docente</b>               | MAGENES GIOVANNI (titolare) - 5 CFU<br>CASTELLAZZI GLORIA - 1 CFU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Prerequisiti</b>          | Conoscenze di base di elaborazione di segnali e immagini digitali                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Obiettivi formativi</b>   | <p>L'integrazione di immagini multimodali e la ricostruzione 3D in medicina stanno assumendo sempre maggior importanza non solo ai fini diagnostici, ma anche per la progettazione di protesi, di dispositivi terapeutici e per la chirurgia assistita.</p> <p>L'obiettivo del corso è di fornire allo studente alcune metodologie per la coregistrazione di immagini multiple, per la ricostruzione da fonti diverse, per la segmentazione tridimensionale di organi, per la modellazione e rappresentazione di superfici e di volumi, per le misure cinematiche e dinamiche in sequenze di immagini e per le correzioni dovute alle non linearità della strumentazione di produzione delle immagini.</p> <p>Insieme agli strumenti metodologici lo studente potrà acquisire</p> |

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                          | <p>esperienza diretta di immagini 3D da MRI, da Ecografia, insieme alle capacità di utilizzare strumenti software avanzati.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Programma e contenuti</b>                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metodi e tecniche per la costruzione di immagini in medicina.</li> <li>2. Caratterizzazione dei tessuti in MRI mediante metodi avanzati</li> <li>3. fMRI e tecniche di diffusione</li> <li>4. Registrazione e Coregistrazione – problemi e metodologie</li> <li>5. Segmentazione di bioimmagini <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodi 2D</li> <li>- Metodi 3D</li> </ul> </li> <li>6. Dalla segmentazione alla ricostruzione di modelli 2D e 3D</li> <li>7. Visual rendering</li> <li>8. Misure cinematiche e dinamiche su sequenze di immagini</li> <li>9. Ecografia 3D e 4D</li> </ol> |
| <b>Metodi didattici</b>                                  | <p>Il Corso si articolerà in lezioni metodologiche introduttive dell'argomento, seguite da esempi ed esercizi "hands-on" mediante strumenti software disponibili e da un lavoro di gruppo di approfondimento di articoli scientifici selezionati</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Testi di riferimento</b>                              | <p>Testi consigliati:<br/> lucidi della lezioni, articoli di review proposti dal docente, articoli scientifici specifici.<br/> Libro A.P. Dahwan "Medical Image Analysis", Second Edition, Wiley &amp; Sons, 2011<br/> Libro "Computer Graphics – Principles and Practice – 3° Edition" J. Hughes et al., Addison Wesley, 2014</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Modalità verifica apprendimento</b>                   | <p>L'esame finale consisterà in una relazione su un argomento assegnato dal docente e sviluppata in gruppo di 3-4 studenti e da un orale individuale sui temi specifici della relazione e sugli argomenti generali del corso.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Altre informazioni</b>                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile</b> | <p><a href="#">\$lbl_legenda_sviluppo_sostenibile</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |



### MODELLI COSTITUTIVI DEI MATERIALI

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Anno immatricolazione</b> | 2017/2018                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Anno offerta</b>          | 2017/2018                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Normativa</b>             | DM270                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>SSD</b>                   | ING-IND/34 (BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Dipartimento</b>          | DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Corso di studio</b>       | BIOINGEGNERIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Curriculum</b>            | Bioingegneria delle cellule e dei tessuti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Anno di corso</b>         | 1°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Periodo didattico</b>     | Primo Semestre (02/10/2017 - 19/01/2018)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Crediti</b>               | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Ore</b>                   | 60 ore di attività frontale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Lingua insegnamento</b>   | Italiano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Tipo esame</b>            | SCRITTO E ORALE CONGIUNTI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Docente</b>               | AURICCHIO FERDINANDO - 4 CFU<br>CONTI MICHELE - 2 CFU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Prerequisiti</b>          | Conoscenze di base di algebra, di meccanica dei solidi (concetti introduttivi di deformazione e tensione), di calcolo numerico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Obiettivi formativi</b>   | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Si discuterà anche l'estensione di alcuni modelli in regime di grandi deformazioni.</p> |

## 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.

Si discuterà anche l'estensione di alcuni modelli in regime di grandi deformazioni.

Richiami di algebra tensoriale

Fondamenti di meccanica dei corpi deformabili nell'ipotesi di grandi spostamenti. 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 (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 (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, visco-plasticità, 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 (ore/anno in aula): 90

Esercitazioni (ore/anno in aula): 0

Attività pratiche (ore/anno in aula): 0

## 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.

Holzappel, G. (2000). Nonlinear solid mechanics: a continuum approach for engineering. John Wiley & Sons.

Lemaitre, J. and J. Chaboche (1990). Mechanics of solid materials. Cambridge University Press.

Lubliner, J. (1990). Plasticity theory. Macmillan. .

Simo, J. and T. Hughes (1998). Computational inelasticity. Springer-Verlag.

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 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 numero degli studenti interessati al corso.

**Altre informazioni**

link utili:  
[http://www-2.unipv.it/compmech/teaching\\_av.html](http://www-2.unipv.it/compmech/teaching_av.html)  
<http://www-2.unipv.it/compmech/mate-lab.html>

**Obiettivi Agenda 2030 per lo  
sviluppo sostenibile**

[\\$Ibl legenda sviluppo sostenibile](#)