



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria		
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2017/2018		
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2018/2019		
<b>CORSO DILAUREA</b>	INGEGNERIA BIOMEDICA		
<b>INSEGNAMENTO</b>	COSTRUZIONI BIOMECCANICHE		
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	18408		
<b>MODULI</b>	Si		
<b>NUMERO DI MODULI</b>	2		
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/14, ING-IND/34		
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	ZUCCARELLO BERNARDO	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	ZUCCARELLO BERNARDO	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
<b>CFU</b>	12		
<b>PROPEDEUTICITA'</b>			
<b>MUTUAZIONI</b>			
<b>ANNO DI CORSO</b>	2		
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	2° semestre		
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa		
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi		
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	ZUCCARELLO BERNARDO Lunedì 10:00 12:00 UFFICIO EDIFICIO 8		

**DOCENTE:** Prof. BERNARDO ZUCCARELLO

<b>PREREQUISITI</b>	Anatomia e Fisiologia, Biomeccanica.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione</p> <p>Conoscenza dei principi base di progettazione meccanica in ambito biomedicale .</p> <p>Conoscenza dei metodi di progettazione e verifica in costruzione biomeccanica, conoscenza delle modalita' e meccanismi di rottura .</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione</p> <p>Capacita' di applicare le nozioni apprese a problemi reali di progettazione meccanica di un dispositivo biomedico.</p> <p>Autonomia di giudizio e pensiero creativo</p> <p>Autonomia nell'operare e nel valutare le implicazioni delle scelte effettuate in termini tecnologici, economici e del loro impatto clinico.</p> <p>Abilita' comunicative</p> <p>Abilita' di affrontare una discussione tecnico-scientifica in un contesto strutturato ad alto livello educativo volta alla risoluzione di un problema di verifica o progetto in ambito di dispositivi biomedici.</p> <p>Abilita' di affrontare le medesime tematiche in un contesto si un pubblico non esperto.</p> <p>Capacita' d'apprendimento</p> <p>Capacita' di aggiornamento mediante la consultazione indipendente delle pubblicazioni scientifiche proprie del settore della costruzione biomeccanica.</p> <p>Capacita' di seguire, utilizzando le conoscenze acquisite nel corso, corsi di secondo livello, specialistici nel settore e di comprendere compiti elementari in un laboratorio di ingegneria biomedica e di prove biomeccaniche.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>E' prevista una prova scritta costituita da due componenti:</p> <p>A) domande a risposta aperta su una frazione di argomenti estratta per sorteggio e corrispondente 20% delle tematiche affrontate nei due moduli del corso. Enfasi viene posta sugli aspetti maggiormente descrittivi del corso .</p> <p>B) problema a risoluzione numerica o grafica relativo agli aspetti teorici affrontati a lezione o durante le esercitazioni dentali, calcolo resistenza a fatica di protesi endovascolare.</p> <p>Ciascuna componente e' valutata con un voto da 1 a 15. La somma massima e' dunque pari a 30 e costituisce il voto in trentesimi proposto allo studente. E' inoltre richiesta la sufficienza pari ad un valore minimo di 7.5 su entrambe le componenti A e B.</p> <p>Il punteggio per ogni esercizio viene assegnato valutando la capacita' di applicare le nozioni acquisite a casi reali di progettazione di dispositivi biomedici. La componente A ha il ruolo specifico di valutare la capacita' di elaborare ed articolare il pensiero in modo indipendente sulla base delle conoscenze guadagnate. Analogamente ed in modo complementare, la componente B verte a verificare le competenze analitico e progettuali.</p> <p>L' eccellenza (30-30 e lode) sara' raggiunta a fronte di una eccellente conoscenza delle tematiche del corso e di valutare e comunicare con indipendenza ed autonomia.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Il corso verra' organizzato in lezioni, esercitazioni, laboratorio.

**MODULO  
COSTRUZIONI BIOMECCANICHE - MODULO I**

*Prof. BERNARDO ZUCCARELLO*

**TESTI CONSIGLIATI**

Hamrock B.J., Jacobson B., Schmid S.R. "Fundamentals of Machine Elements". McGraw-Hill.  
 Juvinall R.C., Marshek K.M. "Fondamenti della progettazione dei componenti delle macchine". ETS Pisa.  
 Budynas R.G., Nisbett J.K. "Shigley's Mechanical Engineering Design". McGraw Hill Edition.

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50302-Ingegneria meccanica
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	54

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Il modulo I del corso si propone di formare lo studente affinché sia in grado di risolvere le problematiche legate alla progettazione di sistemi biomeccanici, con particolare riferimento ai dispositivi per il sistema muscolo-scheletrico, dentale e cardiovascolare. Per i diversi componenti biomeccanici trattati, dopo una preliminare analisi delle principali caratteristiche funzionali, viene impostata la verifica e il dimensionamento secondo le diverse esigenze, con particolare attenzione alla affidabilità meccanica e alla resistenza a fatica. Particolare attenzione è data altresì alle norme tecniche nella progettazione e la verifica di dispositivi biomeccanici. Sono inoltre previste alcune esercitazioni che consentono agli allievi di conoscere ed utilizzare i moderni approcci per la progettazione di sistemi e componenti biomeccanici.

**PROGRAMMA**

<b>ORE</b>	<b>Lezioni</b>
5	Introduzione alla Progettazione meccanica e biomeccanica: analisi teorica, numerica e sperimentale.
5	Classificazione dei dispositivi biomeccanici. Norme tecniche sulla progettazione e caratterizzazione di componenti meccanici e biomeccanici. Prove standard e simulatori.
8	Meccanismi di danneggiamento e verifica di resistenza sotto sollecitazioni statiche: sollecitazione nominale, limite ed ammissibile. Effetto di intaglio ed elementi di Meccanica della Frattura. Criteri di resistenza per materiali isotropi ed anisotropi.
5	Dimensionamento e verifica di dispositivi biomeccanici elementari (teoria, normative, simulazioni numeriche e prove sperimentali).
10	Progettazione a fatica: generalità, evidenze sperimentali e diagramma di Wohler. Sollecitazione ciclica e Fatica Random. Parametri che influenzano la resistenza a fatica. Analisi della fatica in componenti biomeccanici. Prove di fatica su componenti biomeccanici (protesi, endoprotesi ecc.) e relative norme. Calcolo della resistenza a fatica. Durata. Metodi di analisi del danneggiamento cumulativo a fatica. Fatica multiassiale. Dimensionamento a fatica di dispositivi biomeccanici.
5	Dimensionamento a fatica di protesi (d'anca, del ginocchio ecc.) mediante approccio teorico e simulazioni numeriche. Damage Tolerant Analysis.
5	Instabilità dell'equilibrio elastico: carico di punta in dispositivi biomedici, instabilità di tubi in depressione.
5	Contatto, usura e lubrificazione. Teoria di Hertz. Modelli di usura. Usura di protesi articolari.
6	Elementi di collegamento per la biomeccanica: viti, rivetti, collegamento albero-mozzo, cono Morse. Dimensionamento ed applicazioni (cono Morse in protesi d'anca, viti in impianti dentali, fissatori e bioreattori).

**MODULO  
COSTRUZIONI BIOMECCANICHE - MODULO II**

*Prof. BERNARDO ZUCCARELLO*

**TESTI CONSIGLIATI**

[1] Handbook on Advanced Design and Manufacturing Technologies for Biomedical Devices 2013th Edition. Andres Diaz Lantada  
ISBN: 978-1461467885

[2] Prostheses: Design, Types, and Complications (Biomedical Devices and Their Applications; Medical Devices and Equipment) 1st Edition. Domenico F. Colombo  
ISBN: 978-1621008545

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50296-Ingegneria biomedica
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	54

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Lo scopo generale del corso e' fornire allo studente dei rudimenti di progettazione e verifica dei dispositivi biomedici. Esempi includono: protesi ortopediche, dentali, valvolari ed endovascolari.

**PROGRAMMA**

<b>ORE</b>	<b>Lezioni</b>
6	Parte 1: Introduzione alla costruzione biomeccanica, classificazione dei dispositivi biomedici Parte 2: Elementi di collegamento in biomeccanica
7	Parte 3: Progettazione e disegno meccanico con esempi applicativi in ambito ortopedico, dentale e protesi valvolare ed endovascolare.
29	Parte 4: Cedimento meccanico e verifica di resistenza di un dispositivo biomeccanico. Parte 5: Cedimento per instabilita' meccanica verifica di resistenza di un dispositivo biomeccanico. Parte 6: Cedimento a fatica verifica di resistenza di un dispositivo biomeccanico. Parte 7: Usura di un dispositivo biomeccanico

  

<b>ORE</b>	<b>Esercitazioni</b>
6	ercitazione pratica di progettazione e verifica biomeccanica

  

<b>ORE</b>	<b>Laboratori</b>
6	Laboratorio di prove meccaniche su protesi ortopediche, dentali, valvolari ed endovascolari