



Corso di studi: Ingegneria Biomedica (Laurea magistrale)

Denominazione: Ingegneria Biomedica

Dipartimento : INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

Classe di appartenenza: LM-21 INGEGNERIA BIOMEDICA

Interateneo: No

Interdipartimentale: No

Obiettivi formativi: L'Ingegneria Biomedica costituisce un nuovo settore della Scienza e della Tecnologia a carattere interdisciplinare nei riguardi sia dell'Ingegneria che della Medicina e della Biologia. Il profilo culturale del laureato in uscita dal Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica si basa sulla conoscenza approfondita degli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base e sulla capacità di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria biomedica, complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare.

Riguardo ai contenuti, il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica si propone di fornire una preparazione interdisciplinare strettamente collegata da un lato al settore dell'informazione e industriale e dall'altro al settore medico-biologico che costituisce il naturale campo di applicazione. Tale formazione richiede pertanto, accanto agli insegnamenti di base, insegnamenti a spettro sufficientemente esteso per poter soddisfare le esigenze interdisciplinari nei quali opera l'Ingegnere Biomedico.

L'obiettivo del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica è di formare figure professionali in grado di operare in attività di studio e soluzione di problemi complessi e interdisciplinari dell'ingegneria biomedica.

Nel seguito si riportano, a titolo di esempio, alcune attività principali:

- progettazione realizzazione di pacemakers cardiaci, defibrillatori, reni artificiali, ossigenatori di sangue, arti artificiali;
- progettazione di sistemi informatici per il monitoraggio del paziente durante interventi chirurgici o terapia intensiva;
- progettazione e realizzazione di sensori per l'analisi del sangue o dell'aria espirata;
- progettazione e realizzazione di strumenti e dispositivi ad uso terapeutico, come sistemi laser per interventi chirurgici o sistemi per il rilascio automatico dell'insulina per pazienti diabetici;
- sviluppo di metodologie e tecnologie innovative per la progettazione e la realizzazione di macchine e sistemi bioispirati (di dimensioni macro, micro e nano), caratterizzati da prestazioni molto avanzate (ad esempio robot 'animaloidi' e 'umanoidi');
- sviluppo di dispositivi, anche realizzabili industrialmente, per applicazioni biomediche, in particolare per chirurgia mini-invasiva e per neuroriabilitazione;
- progettazione di sistemi per laparoscopia o artroscopia o per fissazione delle fratture o sostituzione delle articolazioni;
- sviluppo di strategie per supportare le decisioni cliniche basate su sistemi esperti ed intelligenza artificiale;
- progettazione di laboratori clinici e altre unità all'interno degli ospedali;
- sviluppo di sistemi avanzati per le analisi delle immagini RX, TC, MRI, PET, ecc.
- costruzione ed implementare su computer di modelli di sistemi fisiologici;
- progettazione e realizzazione di biomateriali e determinazione delle proprietà chimico-fisiche e di biocompatibilità per organi artificiali;
- implementazione di nuove procedure diagnostiche, specialmente quelle che richiedono l'uso di parametri non direttamente misurabili;
- sviluppo di sistemi per la coltura di tessuti quale fonte dei tessuti danneggiati.

Numero stimato immatricolati: 80

Requisiti di ammissione e modalità di verifica: Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica LM-21 occorre essere in possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo. Il candidato deve presentare domanda con allegati almeno il certificato di laurea, o equivalente, e i programmi degli esami sostenuti. In base ai criteri di seguito illustrati vengono stabiliti i requisiti curriculari e l'adeguatezza della personale preparazione per l'accesso al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica LM-21, ai sensi dell'art. 6, comma 2, del D.M. 270/2004. L'ammissione al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica LM-21 viene decisa sulla base dell'esistenza di entrambi i requisiti (curriculari e di preparazione). Il Consiglio di corso di Studi (CDS) nomina una Commissione Istruttoria di Valutazione (CIV), composta da due o più docenti con il compito di:

- esaminare le domande di ammissione,
- valutare i curricula dei candidati,
- verificare il possesso dei requisiti curriculari e personali,
- proporre al CDS l'ammissione o la non ammissione del candidato,
- indicare le eventuali modalità per l'ottenimento dei requisiti mancanti.

REQUISITI CURRICULARI

Il candidato che ha acquisito CFU nei settori disciplinari (SSD) sotto riportati soddisfa i requisiti curriculari.

Attività formative di base, caratterizzanti e affini

Settore scientifico-disciplinare Numero minimo di CFU MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/08, FIS/01 36 CFU; CHIM/07 6 CFU; ING-INF/05 CFU 6; ING-INF/06 e ING-IND/34 18 CFU; ING-INF/04 6 CFU; ING-IND/13 e ING-IND/14 6CFU; ING-INF/01 6 CFU; ING-IND/22 e ING-IND 24 6CFU;

Altri ambiti del settore Caratterizzante per la Classe L-8 24 CFU.

Tabella in caso di candidato con titolo acquisito all'estero, la CIV valuterà i requisiti curriculari sulla base della durata temporale dei singoli insegnamenti e dei programmi dei relativi esami sostenuti.

E' inoltre richiesta una adeguata conoscenza della lingua Inglese certificata dal superamento di un esame di almeno 3 CFU nel corso di laurea triennale o mediante un diploma almeno di livello B1, secondo il Quadro Comune Europeo di riferimento per le Lingue.

REQUISITI DI PREPARAZIONE PERSONALE

In accordo con il Regolamento Didattico di Ateneo, la CIV:

- può proporre al CDS di accettare ovvero di respingere la domanda di iscrizione del Candidato sulla base della valutazione della documentazione presentata con la domanda di ammissione,
- può proporre al CDS di rimandare il candidato al colloquio di ammissione indicando il programma su cui verterà il colloquio, secondo la procedura descritta di seguito.

Colloquio di ammissione

Il colloquio di ammissione ha lo scopo di accertare che il candidato possieda la preparazione necessaria per affrontare proficuamente gli studi magistrali. I colloqui di ammissione si svolgono in almeno due sessioni nel corso dell'anno accademico. Al candidato è assegnata, con provvedimento del Presidente del CDS, su delega del Direttore, una specifica commissione esaminatrice composta da due o più docenti. Il programma del colloquio, individuato dalla CIV, sarà preventivamente comunicato al candidato dal Presidente del CDS. Al termine del colloquio la commissione esaminatrice formula un giudizio definitivo di idoneità oppure di non idoneità all'ammissione, eventualmente evidenziando i requisiti mancanti.

Specifiche CFU: Il Corso di Studio adotta, nel definire il calendario delle lezioni, delle esercitazioni e dei laboratori, i seguenti



criteri:

1. per le attività formative aventi la tipologia di lezione il lavoro complessivo dello studente deve essere svolto mediamente per 1/3 seguendo le attività in aula e per 2/3 dedicandosi allo studio individuale degli argomenti trattati.
2. per le attività formative aventi la tipologia di esercitazione o di laboratorio progettuale il lavoro complessivo dello studente deve essere svolto mediamente per 1/2 seguendo le attività in aula e per 1/2 dedicandosi allo studio individuale degli argomenti trattati.
3. per le attività formative aventi la tipologia di laboratorio sperimentale il lavoro complessivo dello studente deve essere svolto interamente in laboratorio.

Per ciascun corso, la suddivisione in ore di lezione ed esercitazione, nonché le attività di laboratorio e le loro tipologie, sono approvate dal Consiglio di Corso di Studio, con il vincolo che ore di esercitazione non possono superare il 50% delle ore complessive di insegnamento (lezioni più esercitazioni).

Tutte le attività formative sono basate su moduli da 3, 6, 9 e 12 CFU. A ciascun corso, ad esclusione dei corsi di lingua e delle attività diverse (stage, tirocini, prova finale), è attribuito un minimo di 6 CFU. I corsi integrati sono composti da non più di due moduli didattici, relativi a discipline effettivamente omogenee o affini.

Attività di ricerca rilevante: L'attività di ricerca prevalente che i docenti del corso di studi svolgono, può essere suddivisa in due filoni principali, che riflettono la natura interclasse del corso di studi. Nel seguito si riporta una sintesi delle attività di ricerca prevalenti condotte dai docenti del corso:

- sviluppo di nuovi metodi di analisi di segnali e immagini biomediche per applicazioni sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale e periferico
- monitoraggio di segnali fisiologici e biomeccanici mediante sistemi indossabili. Attraverso tecniche di analisi multivariata, l'insieme di queste informazioni concorrono a delineare un quadro fisiopatologico del soggetto per applicazioni diagnostiche e prognostiche.
- sviluppo di interfacce aptiche, cioè dispositivi che permettono di generare stimoli tattili, di toccare, sentire, manipolare, alterare e creare oggetti virtuali, per tradurre queste informazioni in applicazioni bioingegneristiche e robotiche.
- misure e modelli di connettività neuronale e modelli metabolici
- micro e nanofabbricazione di biomateriali e polimeri biologici
- caratterizzazione meccanica e chimica di materiali e tessuti biologici
- ingegneria tessutale (tessuto epatico, cardiovascolare e nervoso)
- sintesi di biomateriali e di materiali autoreplicanti
- sviluppo di tecnologie per bioreattori microfabbricati e multicompartimentali
-  progettazione e realizzazione di macchine e sistemi bioispirati (di dimensioni macro, micro e nano), caratterizzati da prestazioni molto avanzate (ad esempio robot 'animaloidi' e 'umanoidi')
-  progettazione di dispositivi, anche realizzabili industrialmente, per applicazioni biomediche, in particolare per chirurgia mini-invasiva e per neuroriabilitazione.

Rapporto con il mondo del lavoro: I sistemi e le apparecchiature di diagnosi, terapia e riabilitazione hanno raggiunto una grande diffusione all'interno delle strutture sanitarie pubbliche e private. Esse costituiscono un parco tecnologico di notevole valore economico, caratterizzato da un forte tasso di innovazione e da una complessità e molteplicità di funzioni, che richiedono appropriate competenze tecniche e organizzative per adeguare l'utilizzazione all'entità degli investimenti e alle necessità della collettività.

La laurea magistrale in Ingegneria Biomedica offre una preparazione interdisciplinare, con una qualificazione professionale adatta a operare nei seguenti ambiti:

- 1) industriale, con particolare riferimento al comparto biomedicale, in attività di progettazione, di sviluppo e di produzione di apparecchiature biomedicali, di supporti informatici, ausili ai disabili, organi artificiali e protesi e di supporto tecnologico alle attività commerciali;
- 2) aziende ospedaliere pubbliche e private preposte all'erogazione dei servizi sanitari, nella valutazione della tecnologia e dei costi e nell'impatto delle tecnologie nelle procedure diagnostiche e terapeutiche;
- 3) società di servizi per la gestione di apparecchiature ed impianti medicali.

In particolare il laureato magistrale in Ingegneria Biomedica è in grado di accedere alle seguenti professioni:

-  collaboratore alla ricerca in strutture ospedaliere, industrie, università e centri di ricerca;
-  gestore in sede ospedaliera di laboratori e servizi;
-  progettista o responsabile di produzione di dispositivi e sistemi medicali nell'industria;
-  specialista tecnico e/o commerciale di prodotti di aziende operanti in campo biomedico;
-  consulente in campo biomedico e libero professionista nel settore.



Curricula definiti nel CDS Ingegneria Biomedica

CURRICULUM UNICO



Gruppi per attività a scelta nel CDS Ingegneria Biomedica

Gruppo GR INDUSTRIALE (42 CFU)

Descrizione: esami percorso Industriale

Tipologia : Caratterizzanti **Ambito:** Ingegneria biomedica

Gruppo GR Esami di Percorso (42 CFU)

Descrizione: per il percorso Informazione scegliere gli insegnamenti del GR INFORMAZIONE, per il percorso Industriale scegliere gli insegnamenti del GR INDUSTRIALE

Tipologia : Caratterizzanti **Ambito:** Ingegneria biomedica

Gruppo GR INFORMAZIONE (42 CFU)

Descrizione: esami percorso Informazione

Tipologia : Caratterizzanti **Ambito:** Ingegneria biomedica

Gruppo Attività consigliate per la libera scelta (9 CFU)

Descrizione: Elenco corsi a libera scelta dello studente: tali insegnamenti verranno automaticamente approvati dal Consiglio di Corso di Studio



Gruppi per attività a scelta nel CDS Ingegneria Biomedica

Gruppo Attività consigliate per la libera scelta (9 CFU)

Descrizione: Elenco corsi a libera scelta dello studente: tali insegnamenti verranno automaticamente approvati dal Consiglio di Corso di Studio

Attività contenute nel gruppo**Laboratorio di progettazione di dispositivi elettromedicali (9 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Laboratorio di progettazione di dispositivi elettromedicali	9	ING-INF/01 ELETTRONICA	Altre attività - scelta libera dello studente	laboratorio e/o esercitazioni	

Micro e nano sistemi (9 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Micro e nano sistemi	9	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

Strumenti di analisi elettromagnetica in ambito biomedico (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Strumenti di analisi elettromagnetica in ambito biomedico	3	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Altre attività - scelta libera dello studente	laboratorio e/o esercitazioni	

Gruppo GR INDUSTRIALE (42 CFU)

Descrizione: esami percorso Industriale

Tipologia : Caratterizzanti **Ambito:** Ingegneria biomedica

Attività contenute nel gruppo**Bioingegneria della riabilitazione (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Bioingegneria della riabilitazione	6	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Biomeccanica (12 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biomeccatronica	6	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	
Meccanobiologia	6	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Dispositivi minimamente invasivi (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Dispositivi minimamente invasivi	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Ingegneria biomolecolare e cellulare (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Ingegneria biomolecolare e cellulare	6	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	



Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
		INDUSTRIALE			

Robotica medica (12 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Robotica medica	12	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	laboratorio e/o esercitazioni	

Gruppo GR INFORMAZIONE (42 CFU)

Descrizione: esami percorso Informazione

Tipologia : Caratterizzanti **Ambito:** Ingegneria biomedica

Attività contenute nel gruppo

Bioimmagini (12 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elaborazione delle bioimmagini	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	
Immagini biomediche	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Elettronica biomedica II (12 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elettronica Biomedica II	12	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali	

Metodi per l'analisi di segnali multidimensionali (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Metodi per l'analisi di segnali multidimensionali	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Strumenti software per la medicina (12 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Bioinformatica	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	
Informatica medica	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Gruppo GR Esami di Percorso (42 CFU)

Descrizione: per il percorso Informazione scegliere gli insegnamenti del GR INFORMAZIONE, per il percorso Industriale scegliere gli insegnamenti del GR INDUSTRIALE

Tipologia : Caratterizzanti **Ambito:** Ingegneria biomedica



Attività formative definite nel CDS Ingegneria Biomedica

Altre attività utili per l'inserimento nel mondo del lavoro (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Towards job placement

Obiettivi formativi: Tale attività sarà articolata in cicli di seminari tenuti da personale del mondo accademico e delle aziende sanitarie con l'obiettivo di favorire lo studente all'apprendimento delle metodologie e delle opportunità lavorative con particolare riferimento al comparto della sanità.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Altre attività utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	3		Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	seminario	

Analisi e modelli di segnali biomedici (12 CFU)

Denominazione in Inglese: Modelling and analysis of biomedical signals

Obiettivi formativi: Fornire agli studenti i supporti metodologici per l'analisi di segnali aleatori, per l'analisi statistica multivariata e per l'impiego dei modelli nell'analisi di serie temporali di dati biomedici.

CFU: 12

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova scritta e orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Analisi e modelli di segnali biomedici 1	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	
Analisi e modelli di segnali biomedici 2	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Attività a libera scelta (9 CFU)

Denominazione in Inglese: Free choice

Obiettivi formativi: La scelta effettuata tra gli insegnamenti del gruppo "Attività consigliate per la libera scelta" verrà automaticamente approvata.

Altre scelte sono soggette ad approvazione da parte del Consiglio di Corso di Studio.

CFU: 9

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Esame scritto e/o orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Attività a libera scelta	9	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

Bioimmagini (12 CFU)

Denominazione in Inglese: Bioimaging

Obiettivi formativi: a) Modulo " Immagini biomediche" (ING-INF/06)

Obiettivi. Introdurre lo studente alle conoscenze dei principi di formazione e al contenuto informativo delle bioimmagini.

b) Modulo "Elaborazione delle bioimmagini" (ING-INF/06)

Obiettivi. Introdurre lo studente alla conoscenza delle tecniche e algoritmi di elaborazione delle bioimmagini.

CFU: 12

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale



Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elaborazione delle bioimmagini	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	
Immagini biomediche	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Bioingegneria della riabilitazione (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Rehabilitation bioengineering

Obiettivi formativi: Fornire agli studenti le conoscenze di base utili alla definizione ed esecuzione di protocolli di valutazione delle performance senso-motorie umane ed alla progettazione di ausili.

Obiettivi formativi in Inglese: Fornire agli studenti le conoscenze di base utili all'elaborazione di protocolli di valutazione delle performance senso-motorie umane ed alla progettazione di ausili.

CFU: 6

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Bioingegneria della riabilitazione	6	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Bioingegneria delle radiazioni (12 CFU)

Denominazione in Inglese: Radiation biophysics and bioengineering

Obiettivi formativi: a) Modulo "Sorgenti di radiazioni ionizzanti e interazioni biologiche" (ING-INF/06)

Obiettivi: Obiettivi: Fornire agli studenti nozioni di base su fisica atomica e nucleare, sorgenti di radiazioni, interazioni tra radiazioni e materia e applicazioni in campo biomedico.

b) Modulo "Radiazioni elettromagnetiche ed interazioni biologiche" (ING-INF/02)

Obiettivi: Fornire agli studenti le nozioni fondamentali sulla generazione e propagazione delle onde elettromagnetiche, sulla loro interazione con i tessuti e i sistemi biologici, e sulle tecniche di misura. Verranno inoltre illustrati gli aspetti dosimetrici, le linee guida internazionali e la normativa italiana sui limiti di esposizione della popolazione alle radiazioni non ionizzanti.

CFU: 12

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Modulo "Sorgenti di radiazioni ionizzanti e interazioni biologiche": Prova scritta e orale

Modulo "Radiazioni elettromagnetiche ed interazioni biologiche": Prova orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Radiazioni ionizzanti e interazioni biologiche	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	
Radiazioni elettromagnetiche e interazioni biologiche	6	ING-INF/02 CAMPI ELETTRONICHI	Affini o integrative	lezioni frontali	

Biomeccanica (12 CFU)

Denominazione in Inglese: Biomechanics

Obiettivi formativi: a) Modulo "Meccanobiologia" (ING-IND/34)

Obiettivi. Descrivere e modellizzare le proprietà meccaniche dei tessuti e delle proteine strutturali. Analizzare e ricavare i modelli bioingegneristici che descrivono la reologia del sangue e il comportamento meccanico del sistema cardiovascolare. Fornire allo studente le conoscenze adeguate per progettare esperimenti per l'analisi delle proprietà dei tessuti.

b) Modulo "Biomeccatronica" (ING-IND/34)

Obiettivi. Fornire allo studente competenze teoriche, pratiche e sperimentali per la progettazione di sistemi mecatronici che integrino in modo armonico e funzionale moduli di attuazione, sensori, meccanismi, e controllo. Verranno analizzati i componenti principali di un sistema mecatronico per applicazioni biomediche, principalmente con esempi tratti dallo stato



dell'arte. Un'attenzione particolare verrà posta sulle tecnologie di micro-fabbricazione, che abilitano la realizzazione di macchine biomecroniche sempre meno invasive e sempre più integrate.

CFU: 12

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: 1) modulo di "Meccanobiologia": Prova orale su progettino con relazione in forma di articolo scientifico.

2) modulo di "Biomeccatronica": Prova orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biomeccatronica	6	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	
Meccanobiologia	6	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Dispositivi minimamente invasivi (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Minimal invasive devices

Obiettivi formativi: Obiettivi: Fornire le competenze e le capacità necessarie per una corretta progettazione e realizzazione di dispositivi minimamente invasivi con caratteristiche più vicine possibile a quelle necessarie per un loro impiego in campo medico-chirurgico.

CFU: 6

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Dispositivi minimamente invasivi	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Economia e management in Sanità e health technology assessment (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Economics and Management of Healthcare and Health Technology Assessment

Obiettivi formativi: Elementi di Economia Sanitaria: domanda e offerta in sanità, le principali caratteristiche del Sistema Sanitario Italiano, gli stakeholders in sanità, i sistemi di finanziamento e rimborso.

Health Technology Assessment (HTA): finalità e strumenti.

Le valutazioni economiche in Sanità (complete e parziali): le prospettive di analisi, i costi, le conseguenze, l'analisi di sensibilità.

Le principali tecniche di valutazione economica in Sanità: analisi di costo sociale, analisi di costo-efficacia, analisi di costo utilità, analisi di costo beneficio.

Obiettivi formativi in Inglese: Fundamentals of Health Economics: demand and supply in the healthcare market, main characteristics of the Italian Healthcare System, stakeholders in the healthcare market, financing and reimbursement systems.

Health Technology Assessment (HTA): aim and tools.

Economic evaluations in Healthcare (full and partial): perspectives of analysis, costs, consequences, sensitivity analysis.

Main techniques for economic evaluation in Healthcare: cost of illness analysis, cost-effectiveness analysis, cost-utility analysis, cost-benefit analysis.

CFU: 6

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Economia e management in sanità e health technology assessment	6	SECS-P/08 ECONOMIA E GESTIONE DELLE IMPRESE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

Elettronica biomedica I (9 CFU)

Denominazione in Inglese: Biomedical electronics I

Obiettivi formativi: Avviare lo studente alla progettazione e alla realizzazione di dispositivi elettronici anche microintegrati per applicazioni nel settore biomedico.



CFU: 9

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova scritta e orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elettronica biomedica 1	6	ING-INF/01 ELETTRONICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	
Elettronica biomedica 2	3	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Elettronica biomedica II (12 CFU)

Denominazione in Inglese: Biomedical electronics II

Obiettivi formativi: L'insegnamento si propone di fornire agli studenti conoscenze di base dell'elettronica digitale e dell'elaborazione numerica, oltre che i principi di programmazione Android per smartphone e progettazione di interfacce uomo-macchina.

CFU: 12

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elettronica Biomedica II	12	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali	

Ingegneria biomolecolare e cellulare (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Cellular and biomolecular engineering

Obiettivi formativi: Il corso, strutturato in due parti, si propone di fornire le conoscenze di base dei sistemi cellulari e tissutali e dei sistemi biologici macromolecolari, utili per applicazioni in ambito bioingegneristico. In particolare, la prima parte del corso ha come obiettivo quello di fornire le conoscenze relative alle tecniche e alle procedure per la coltivazione in vitro di cellule animali con particolare riferimento alla loro applicazione nel settore dell'ingegneria tissutale ai fini della rigenerazione di tessuti ed organi. Obiettivo della seconda parte è invece quello di approfondire le conoscenze sui meccanismi di riconoscimento molecolare per applicazioni bioanalitiche e biomediche e illustrare le nuove metodologie per lo sviluppo di materiali polimerici biomimetici per applicazioni nel settore della rigenerazione tissutale e dei sistemi a rilascio mirato di farmaci o geni.

CFU: 6

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova scritta.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Ingegneria biomolecolare e cellulare	6	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Laboratorio di progettazione di dispositivi elettromedicali (9 CFU)

Denominazione in Inglese: Laboratory for the design of electromedical devices

CFU: 9

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Laboratorio di progettazione di dispositivi	9	ING-INF/01 ELETTRONICA	Altre attività - scelta libera dello studente	laboratorio e/o esercitazioni	



Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
elettromedicali					

Meccanica applicata al sistema muscolo scheletrico (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Mechanics of skeletal muscle

Obiettivi formativi: Fornire le conoscenze teoriche per lo studio del comportamento del sistema motorio e scheletrico per applicazioni di riabilitazione e protesi.

CFU: 6

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova scritta e orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Meccanica applicata al sistema muscolo scheletrico	6	ING-IND/13 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	

Metodi per l'analisi di segnali multidimensionali (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Multidimensional signal processing

Obiettivi formativi: Fornire allo studente i supporti metodologici per la decomposizione e l'estrazione di informazioni da sequenze multidimensionali di dati biomedici.

CFU: 6

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Metodi per l'analisi di segnali multidimensionali	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Micro e nano sistemi (9 CFU)

Denominazione in Inglese: Micro and nano system

CFU: 9

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Micro e nano sistemi	9	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

Modellizzazione e identificazione di sistemi fisiologici (12 CFU)

Denominazione in Inglese: Modelling and identification of physiological systems

Obiettivi formativi: a) Modulo "Cibernetica fisiologica" (ING-INF/04)

Obiettivi: Approfondimento dello studio dei modelli di sistemi dinamici continui e discreti e delle loro proprietà strutturali.

Stabilità e stabilizzazione di sistemi non lineari

Prova orale

b) Modulo "Modellizzazione biofisica dei sistemi complessi" (FIS/03)

Obiettivi: Verranno introdotti e discussi modelli complessi di interesse biofisico (modelli di trasmissione neuronale, del sistema cardiocircolatorio, di motori cellulari). Verranno forniti gli strumenti fisico matematici relativi, dal trattamento dei

segnali in sistemi complessi, a nozioni di statistica e al moto browniano.

CFU: 12

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale

Lingua ufficiale: Italiano



Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Cibernetica fisiologica	6	ING-INF/04 AUTOMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	
Modellizzazione biofisica dei sistemi complessi	6	FIS/03 FISICA DELLA MATERIA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	

Prova finale (15 CFU)

Denominazione in Inglese: Final examination

CFU: 15

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: La prova finale consiste nella stesura di un elaborato relativo ad un'attività di progettazione o di ricerca, e nella sua presentazione e discussione. La valutazione dell'elaborato, oltre che sulla qualità del lavoro svolto, sarà basata sulla padronanza dei temi trattati, sulla capacità di operare in modo autonomo, sulle attitudini di sintesi e sulle capacità di comunicazione.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Prova finale	15	NN No settore	Prova finale	prova finale	

Radioprotezione (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Radio-protection

Obiettivi formativi: - norme di radioprotezione e legislazione di riferimento;

- le sorgenti di radiazioni ionizzanti;
- l'irradiazione esterna e interna, le grandezze radioprotezionistiche e relative unità di misura;
- gli effetti sanitari dell'esposizione alle radiazioni ionizzanti;
- i principi della radioprotezione;
- gli aspetti operativi della radioprotezione nell'impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti;
- la schermatura;
- i rifiuti radioattivi.

Obiettivi formativi in Inglese: legislation of radio-protection; ionizing radiation sources; external and internal irradiation; radio-protection quantities and units; biological and health effects of exposure to radiations; radiation protection principles, radiological protection aspects in the use of ionizing radiation sources; shielding of ionizing radiations; radioactive waste.

CFU: 6

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Radioprotezione	6	ING-IND/20 MISURE E STRUMENTAZIONE NUCLEARI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

Robotica medica (12 CFU)

Denominazione in Inglese: Medical robotics

Obiettivi formativi: Obiettivi. Illustrare le problematiche fondamentali che si incontrano nella progettazione, nella fabbricazione e nell'utilizzo di sistemi robotici e mecatronici in chirurgia e in riabilitazione; descrivere le principali metodologie che si utilizzano nella progettazione di sistemi per la chirurgia minimamente invasiva, per la chirurgia assistita da calcolatore, per la neuroriabilitazione, per l'assistenza alle persone disabili e per altre applicazioni mediche.

CFU: 12

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale

Lingua ufficiale: Italiano



Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Robotica medica	12	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	laboratorio e/o esercitazioni	

Strumenti di analisi elettromagnetica in ambito biomedico (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Electromagnetic analysis instruments in biomedical engineering applications

Obiettivi formativi: Modulo Sistemi a radiofrequenza in Risonanza Magnetica

Obiettivi del modulo: Fornire gli strumenti per la progettazione e l'analisi di bobine a radiofrequenza in Risonanza Magnetica mediante lo sviluppo di

simulazioni elettromagnetiche e l'impiego di strumentazione elettronica per test al banco.

Modulo Metodi numerici per analisi elettromagnetica

Obiettivi del modulo: Fornire le basi per l'utilizzo di metodi numerici per lo sviluppo di modelli elettromagnetici in ambito biomedico.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Prova orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Strumenti di analisi elettromagnetica in ambito biomedico	3	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Altre attività - scelta libera dello studente	laboratorio e/o esercitazioni	

Strumenti software per la medicina (12 CFU)

Denominazione in Inglese: Software tools for medicine

Obiettivi formativi: a) Modulo "Informatica medica" (ING-INF/06)

Obiettivi. Fornire le basi di conoscenza per l'analisi, progettazione e realizzazione di basi di dati e prototipi web in ambito e-health mediante l'utilizzo di software open source e/o proprietari; nozioni di base sul management del ICT in un'azienda sanitaria; introduzione ad architetture sw specifiche per il trattamento dei dati sensibili ed uso del protocollo di comunicazione HL7.

b) Modulo "Bioinformatica" (ING-ING/06)

Obiettivi. Fornire allo studente conoscenze e strumenti da applicare nella risoluzione di problematiche di biologia molecolare computazionale.

CFU: 12

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: a) Modulo "Informatica medica": Prova scritta (Progetto) e orale;

b) Modulo "Bioinformatica": Prova scritta (progetto) e orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Bioinformatica	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	
Informatica medica	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	



Curriculum: CURRICULUM UNICO

Primo anno (60 CFU)

Analisi e modelli di segnali biomedici (12 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Analisi e modelli di segnali biomedici 1	6	ING-INF/06	Caratterizzanti	
Analisi e modelli di segnali biomedici 2	6	ING-INF/06	Caratterizzanti	

Bioingegneria delle radiazioni (12 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Radiazioni ionizzanti e interazioni biologiche	6	ING-INF/06	Caratterizzanti	
Radiazioni elettromagnetiche e interazioni biologiche	6	ING-INF/02	Affini o integrative	

Elettronica biomedica I (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Elettronica biomedica 1	6	ING-INF/01	Affini o integrative	
Elettronica biomedica 2	3	ING-INF/06	Caratterizzanti	

Meccanica applicata al sistema muscolo scheletrico (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Meccanica applicata al sistema muscolo scheletrico	6	ING-IND/13	Affini o integrative	

Modellizzazione e identificazione di sistemi fisiologici (12 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Cibernetica fisiologica	6	ING-INF/04	Affini o integrative	
Modellizzazione biofisica dei sistemi complessi	6	FIS/03	Affini o integrative	

Attività a libera scelta (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Attività a libera scelta	9	NN	Altre attività - scelta libera dello studente	



Curriculum: CURRICULUM UNICO

Secondo anno (60 CFU)

Gruppo: GR Esami di Percorso (42 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
per il percorso Informazione scegliere gli insegnamenti del GR INFORMAZIONE, per il percorso Industriale scegliere gli insegnamenti del GR INDUSTRIALE	Caratterizzanti	Ingegneria biomedica

Altre attività utili per l'inserimento nel mondo del lavoro (3 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Altre attività utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	3		Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	

Prova finale (15 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Prova finale	15	NN	Prova finale	