



## 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 di norma 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.

**Modalità determinazione voto di Laurea:** I caratteri della prova finale (tesi) sono i seguenti: 1) il giudizio sulla prova finale è affidato ad una commissione di laurea nominata dal Direttore del Dipartimento (Art. 24 dello Statuto), su proposta del Corso di studio. Tale commissione, valutata la prova finale, provvede a determinare il voto di laurea. 2) In un anno accademico sono previste almeno 6 sessioni di laurea (art. 25 del Regolamento Didattico di Ateneo) da tenersi prima delle relative proclamazioni ufficiali. 3) La prova mira a valutare la capacità del candidato di svolgere in completa autonomia: l'approfondimento di un'attività di progettazione o di ricerca, documentata in una dissertazione scritta; l'illustrazione in forma di presentazione scritta ed orale del lavoro svolto. 4) La commissione, accertato nella discussione il livello di autonomia e di padronanza di specifiche metodologie raggiunto dal candidato, esprime un giudizio di idoneità provvedendo a determinare il voto di laurea. Il voto di laurea è da considerarsi formalmente una prerogativa della Commissione di Laurea la quale, per dare continuità nel tempo alle valutazioni, adotta regole di calcolo che mettono in relazione media degli esami e voto di laurea. 5) Per la determinazione del voto di laurea, espresso in 110esimi, sono accolti da tutti i Corsi di Studio del Dipartimento i seguenti criteri comuni: • la media è calcolata pesando le votazioni riportate nei singoli corsi sulla base dei relativi crediti formativi universitari (media pesata sui CFU); • le votazioni con lode ottenute nei corsi sono contate come 33/30; • l'attribuzione della votazione 110/110 richiede una media non inferiore a 27/30; • l'attribuzione della votazione 110/110 e lode richiede una media non inferiore a 28/30.

**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****Bioinformatica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Bioinformatica	6	ING-INF/05 SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

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

Modulo	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	

**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	

**Ottica Biomedica (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Ottica Biomedica	3	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	

**Ingegneria biomolecolare e cellulare (6 CFU)**

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

**Meccanica a Multiscala dei Sistemi Biologici e Biomimetici (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	

**Micro e nano sistemi (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Micro e nano sistemi	6	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

**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 + esercitazioni	

**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	

**Sistemi neurali ed Informatica medica (12 CFU)**

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



## Regolamento Ingegneria Biomedica

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
		INFORMATICA			

### 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)

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	

**Bioinformatica (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Bioinformatics

**Obiettivi formativi:** Fornire le competenze necessarie per partecipare alla progettazione, implementazione e integrazione dei sistemi software usati nei vari ambiti applicativi della Bioinformatica e della Biologia Computazionale.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova pratica (progetto) e prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Bioinformatica	6	ING-INF/05 SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

**Bioingegneria della riabilitazione (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Rehabilitation bioengineering

**Obiettivi formativi:** Il corso ha l'obiettivo di preparare bioingegneri in grado di progettare e realizzare dispositivi per la riabilitazione, così come di operare presso centri di riabilitazione ed enti pubblici e privati di servizi di riabilitazione.

**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: Il corso ha lo scopo di fornire le nozioni fondamentali sulla generazione, caratterizzazione e propagazione dei campi elettromagnetici, sulla loro interazione con i tessuti biologici, e sulle tecniche di misura. Verranno inoltre illustrati gli aspetti dosimetrici (dosimetria analitica, numerica e sperimentale), i sistemi di esposizione alle radiazioni elettromagnetiche, i metodi di schermatura, le linee guida internazionali (ICNIRP) e la normativa italiana sui limiti di esposizione della popolazione alle radiazioni non ionizzanti.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Radiazioni ionizzanti e interazioni biologiche	6	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	



Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
		INFORMATICA			
Radiazioni elettromagnetiche e interazioni biologiche	6	ING-INF/02 CAMPI ELETTROMAGNETICI	Affini o integrative	lezioni frontali	

**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 scritta

**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:** Lo studente che ha completato con successo il corso sarà in grado di progettare e analizzare elettronico analogico front-end per le diverse strumentazioni biomediche. Sarà in grado di dimostrare una solida conoscenza dei circuiti elettronici di base e avanzate utilizzate nella maggior parte dei biomedica strumentazione front-end, come differenziale, strumentazione e di isolamento amplificatori, filtri analogici passivi e attivi, analogico-digitale e digitale -to-analog converter, blocchi elettronici per operazioni matematiche non lineari. Il corso riguarda la progettazione e l'analisi dei differenziali, strumentazione e di isolamento amplificatori, filtri analogici passivi e attivi, analogico-digitale e convertitori digitali-analogici, blocchi elettronici per operazioni matematiche non lineari.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The student who successfully completes the course will be able to design and analyse analog electronic front-end for the different biomedical instrumentations. He/She will be able to demonstrate a solid knowledge of both basic and advanced electronic circuits used in most of biomedical instrumentation front-end, such as differential, instrumentation and isolation amplifiers, passive and active analog filters, analog-to-digital and digital-to-analog converters, electronic blocks for non-linear math operations. The course covers design and analysis of differential, instrumentation and isolation amplifiers, passive and active analog filters, analog-to-digital and digital-to-analog converters, electronic blocks for non-linear math operations.

**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 + esercitazioni	

**Ingegneria biomolecolare e cellulare (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Cellular and biomolecular engineering

**Obiettivi formativi:** Il corso, si propone di fornire le conoscenze di base sui sistemi cellulari e tissutali, utili per applicazioni in ambito bioingegneristico. In particolare, la prima parte del corso ha come obiettivo sia quello di fornire una panoramica sulla struttura e il funzionamento dei diversi tessuti biologici sia 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 del corso è invece quello di approfondire le conoscenze sull'ingegneria tissutale facendo specifico riferimento alle tecniche, alle procedure e ai materiali utilizzati per la realizzazione di supporti tridimensionali (scaffold) atti a supportare la rigenerazione dei diversi tessuti naturali

**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 elettromedicali	9	ING-INF/01 ELETTRONICA	Altre attività - scelta libera dello studente	laboratorio e/o esercitazioni	

**Meccanica a Multiscala dei Sistemi Biologici e Biomimetici (12 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Multiscale Mechanics of Biological and Biomimetic Systems

**Obiettivi formativi:** Modulo Meccanobiologia: Fornire allo studente le conoscenze teoriche e pratiche per la progettazione e la realizzazione di tessuti biologici viventi utilizzando approcci ingegneristici. Il corso utilizza un approccio bottom up partendo da una analisi delle potenzialità delle popolazioni cellulari, aspetti quantitativi del trasduzione del segnale nella cellula, fino a giungere allo sviluppo di scaffold tridimensionali e sistemi fluidici e meccanici di coltura cellulare.

Modulo Biomeccatronica: Il corso fornisce allo studente le linee guida e i criteri di scelta per selezionare componenti per la sensorizzazione, l'attuazione, e il design di macchine biomediche, strumenti e robot dalla scala mini alla scala tradizionale.

Sulla base di uno specifico problema di design per un dispositivo biomedico, lo studente sarà in grado di implementare un'architettura integrata meccatronica. Lo studente acquisirà anche le conoscenze di base delle leggi di scala, che sono importanti per selezionare i componenti principali di ogni dispositivo per chirurgia e terapia minimamente invasiva.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e 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	

### Meccanica applicata al sistema muscolo scheletrico (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mechanics of the Musculo-Skeletal System

**Obiettivi formativi:** • Fornire gli strumenti per l'analisi cinematica, statica e dinamica tridimensionale di sistemi meccanici, basandosi su un approccio robotico, sia di tipo teorico che pratico (programmi al calcolatore)

- Indicare le strategie per la definizione degli schemi meccanici per l'analisi del movimento
- Fornire gli elementi di base per la descrizione del sistema muscolo-scheletrico, in particolare arti e spina
- Metodi per la stima delle forze muscolari e dei carichi sulle articolazioni

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta

**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 (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Micro and nano systems

**Obiettivi formativi:** Fornire agli studenti gli strumenti metodologici e tecnici per la progettazione e la realizzazione di dispositivi dalle dimensioni micro e nanometriche utilizzando le principali tecniche di micro e nano fabbricazione. Lo studente inoltre imparerà ad usare software CAD e di modellizzazione agli elementi finiti.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Micro e nano sistemi	6	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	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: : Il modulo si occupa di modellizzare, attraverso gli strumenti matematici propri della teoria dei controlli automatici, i processi fisici e chimici degli organismi viventi, al fine di interpretarne e prevederne il comportamento ed eventualmente di dimensionarne il controllo per mezzo di farmaci o vaccini.

b) Modulo "Modellizzazione biofisica dei sistemi complessi" (ING-INF/06)

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	ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

**Ottica Biomedica (3 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Biomedical Optics

**Obiettivi formativi:** Lo scopo del corso è di fornire allo studente conoscenze tecniche e pratiche sull'ottica fisica e geometrica, sulle proprietà ottiche dei tessuti umani e sulle tecniche di misura ottica nel campo biomedico

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Ottica Biomedica	3	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE	Altre attività - scelta libera dello studente	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 riferi

mento;

- 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 scritta

**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:** 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	

**Sistemi neurali ed Informatica medica (12 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Neural Systems and Medical Informatics

**Obiettivi formativi:** Modulo Sistemi neurali: Introduzione alle neuroscienze cognitive e all'ingegneria neurale, Percezione e codifica; Attenzione selettiva ; Apprendimento e memoria; Controllo dell'azione: Linguaggio e Comunicazione non-verbale; Emozioni.

Modulo Informatica medica: Al termine del modulo di informatica medica lo studente sarà in grado di eseguire l'analisi di problemi per la definizione di specifiche di sistema; capire se un database è progettato bene; progettare e realizzare un prototipo web con il framework open source BMF specifico per soluzioni e-health. Acquisirà nozioni di base su standard di comunicazione in sanità HL7 e nozioni di base sul trattamento dei dati sensibili. Saprà di cosa si occupa l'ICT per un'azienda sanitaria; conoscerà la complessità del modello organizzativo. Brevi cenni di management di sistemi complessi.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova pratica (progetto) e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

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

**Strumenti di analisi elettromagnetica in ambito biomedico (3 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Tools for electromagnetic analysis in biomedical applications

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di fornire gli strumenti per la progettazione e l'analisi di bobine a radiofrequenza per applicazioni di Risonanza Magnetica mediante lo sviluppo di simulazioni elettromagnetiche, la descrizione dei metodi numerici e l'impiego di strumentazione elettronica per test al banco.



**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

<b>Denominazione</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>	<b>Ambito</b>
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	



**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	

**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	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	

**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	