



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

**Dipartimento: Ingegneria**

**A.A. 2016/2017**

## **PIANO DI STUDI DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA BIOMEDICA - BIOMATERIALI -**

### **Caratteristiche**



Classe di Laurea in  
Ingegneria industriale (L-9)



3 ANNI



PALERMO



ACCESSO  
PROGRAMMATO



2140

### **Obiettivi del Corso di Studi**

Obiettivi specifici:

Il Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica si pone, come obiettivo specifico, la formazione di figure professionali con competenze di natura tecnico-biologica, diverse, quindi, rispetto agli altri laureati della classe L9. In dettaglio, tali competenze verranno adeguatamente fornite grazie all'integrazione di conoscenze di ingegneria industriale, di ingegneria dell'informazione, e di natura medico-biologica.

La figura professionale di Ingegnere Biomedico (codice ISTAT, 2.2.1.8.0) deve essere, pertanto, polivalente ed in grado di inserirsi proficuamente nel mondo del lavoro e delle professioni di ambito biomedico. Partendo dalla conoscenza degli aspetti metodologici ed operativi delle scienze di base, dell'ingegneria e della biologia, si pone l'obiettivo di formare laureati in Ingegneria Biomedica capaci di svolgere attività che includano sia la valutazione dell'affidabilità, qualità e sicurezza di dispositivi per uso biomedicale, farmacologico e di supporto-ausilio per disabili, fino anche la loro progettazione con riferimento specifico a nuove protesi ed organi artificiali. Ulteriori capacità specifiche che verranno acquisite, attraverso il percorso formativo, consisteranno nell'utilizzo e sviluppo software per applicazioni biomediche e nella gestione di servizi e sistemi di supporto alla decisione clinica.

Il Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica è strutturato in un percorso di attività formative comuni, suddividendosi successivamente in due differenti percorsi di cui uno più orientato ai biomateriali e l'altro verso la Bioelettronica/Bionformatica e le tecnologie relative. All'interno del Corso è possibile suddividere le attività formative in aree di apprendimento ben delineate, sia comuni che peculiari per ciascun percorso, che rispecchiano gli obiettivi specifici del corso di studio nel suo complesso. Le aree individuate sono le seguenti: Conoscenze di base per l'ingegneria, Conoscenze di base per l'ingegneria industriale, Biologia e fisiologia, Biomateriali e Bioingegneria industriale, Bioingegneria elettronica e tecniche fisiche per la medicina.

Grazie alle solide basi tecnico-scientifiche impartite durante il percorso formativo comune, e ad agli insegnamenti specifici erogati all'interno delle due specializzazioni, il Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica può garantire un proficuo inserimento nel mondo del lavoro già al termine degli studi, ma anche permettere al laureato di approfondire le proprie competenze mediante l'iscrizione ad un Corso di Laurea Magistrale.

Autonomia di giudizio:

I laureati dovranno avere la capacità di analizzare e interpretare vari aspetti dell'ingegneria biomedica, anche in materia di sicurezza e responsabilità, e dovranno dimostrare una marcata ed autonoma capacità di giudizio, mediante la conoscenza di aspetti economici, organizzativi ed etici.

Lo studente, al termine del corso di laurea, acquisirà la capacità di svolgere con efficacia ricerche bibliografiche e di fonti di informazione in genere, con lo scopo di raccogliere tutti i dati necessari alla individuazione ed all'analisi delle principali problematiche correlate all'ingegneria in genere ed alle sue applicazioni in ambito biomedico. Sulla scorta dei dati raccolti e delle conoscenze teoriche/pratiche acquisite, sarà in grado di formulare giudizi autonomi sull'efficacia delle diverse soluzioni ingegneristiche applicabili alla fattispecie di volta in volta esaminata, nonché sull'impatto tecnico-economico delle soluzioni prospettate. L'autonomia di giudizio, con la capacità di selezionare, elaborare ed interpretare dati, verrà sviluppata in particolare tramite specifiche esercitazioni, seminari, preparazione di elaborati, soprattutto in quegli insegnamenti afferenti agli ambiti disciplinari caratterizzanti, ed inoltre, tramite l'attività assegnata dal docente relatore per la preparazione della prova finale. La verifica dell'acquisizione dell'autonomia di giudizio avviene tramite la valutazione in sede d'esame, nelle attività di stage e di preparazione della prova finale.

Abilità comunicative:

Il corso di Laurea in Ingegneria Biomedica permetterà di acquisire e/o sviluppare le abilità linguistiche (cioè lettura,

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)

scrittura, ascolto, e dialogo) mediante la frequenza delle lezioni, lo studio di testi scritti proposti dai docenti, ricerche bibliografiche mirate, ed anche attraverso la frequenza di seminari. Inoltre, lo studente potrà consolidare le proprie conoscenze linguistiche, anche con l'uso di testi in inglese e potrà anche relazionarsi compiutamente, oltre che in lingua italiana, anche in lingua inglese.

Le abilità comunicative, sia scritte che orali saranno sviluppate nel corso delle attività formative che prevedono la preparazione di relazioni, documenti scritti e la loro esposizione orale, ma specialmente mediante prove d'esame ed eventuali prove in itinere. In tali occasioni, i docenti terranno conto anche di questi aspetti nella valutazione finale dello studente. Un ulteriore sviluppo delle abilità comunicative sopraelencate è previsto, inoltre, in occasione dello svolgimento dei tirocini-stage aziendali e della stesura della relativa relazione conclusiva, e mediante la prova finale.

Riepilogando, un laureato in Ingegneria Biomedica dovrà essere in grado di: redigere relazioni tecniche riguardanti le attività svolte; leggere ed interpretare relazioni tecniche scritte da colleghi ed esperti del settore; leggere, comprendere ed, eventualmente, redigere norme interne aziendali e manuali tecnici di dispositivi ed attrezzature biomediche; comunicare efficacemente, in forma scritta ed orale, sia in italiano che in inglese; progettare un dispositivo biomedico, contribuendo a scegliere le specifiche ottimali per la sua realizzazione e produzione; interagire con il personale medico e paramedico, in termini di valutazione delle specifiche esigenze tecniche e strumentali, col fine di sviluppare soluzioni adeguate.

Capacità di apprendimento:

Lo studente, al termine del Corso di Laurea, attraverso le conoscenze generali e le metodologie fatte proprie, acquisirà consapevolezza non solo sugli aspetti legati alle tematiche e problematiche dei contenuti del Corso stesso, ma anche e soprattutto sulla importanza e necessità di un aggiornamento professionale costante ed autonomo, a causa del continuo progresso tecnico e tecnologico e della costante evoluzione normativa e legislativa. Sarà in grado, pertanto, di proseguire eventualmente gli

studi ingegneristici con autonomia, consapevolezza e discernimento, ovvero di inserirsi compiutamente nel mondo del lavoro, riconoscendo che l'apprendimento autonomo caratterizzerà

comunque tutto l'arco della vita professionale.

Le capacità di apprendimento saranno conseguite nel percorso di studio nel suo complesso, in particolare attraverso lo studio individuale previsto, la preparazione di progetti individuali, l'attività svolta per la preparazione della prova finale e le attività di tutorato. Il raggiungimento delle capacità di apprendimento è verificato essenzialmente attraverso la valutazione in sede di esami e della prova finale.

## **Sbocchi occupazionali**

Profilo: Ingegnere Biomedico - specializzazione in Biomateriali

Funzioni: Il laureato in Ingegneria Biomedica nel ramo dei Biomateriali si occupa di preparare e caratterizzare biomateriali per l'applicazione nell'ambito della protesica, diagnostica e cura, con particolare attenzione allo studio delle relazioni esistenti tra la lavorazione, la struttura e le proprietà. In dettaglio, tale figura deve essere in grado di progettare e valutare l'utilizzo di materiali idonei per dispositivi medici di diagnosi, per la prevenzione ed il trattamento di malattie o handicap, per la sostituzione o la modifica dell'anatomia o di un processo fisiologico. I biomateriali utilizzati devono essere attivamente impiegati per lo sviluppo di biosensori, di nuove protesi ed organi artificiali, di dispositivi per uso biomedicale, farmacologico e di supporto-ausilio per disabili.

Competenze: Il laureato possiede una solida formazione di base nelle discipline ingegneristiche, coadiuvata dalle conoscenze delle principali proprietà e caratteristiche dei biomateriali e della natura delle interazioni fra questi e i tessuti biologici. Inoltre, è in grado di progettare sistemi artificiali per il recupero funzionale del tessuto o organo da sostituire, integrare o riabilitare. Per operare correttamente, deve avere adeguate competenze di base di matematica, chimica, fisica e biomeccanica. In particolare, deve sapere utilizzare gli strumenti metodologici e di calcolo necessari per la descrizione dei fenomeni di trasporto di fluidi e di sostanze in ambito biomedico.

Sbocchi: I laureati in Ingegneria Biomedica saranno in grado di operare sia nella libera professione, che in industrie, strutture ospedaliere, sanitarie e laboratori clinici specializzati, ed anche in centri di ricerca e università. Per quanto riguarda il ramo dei Biomateriali, i laureati in tale ambito saranno in grado di lavorare in attività di ricerca, di progettazione e/o di produzione di materiali con particolare riferimento ai biomateriali per dispositivi, sistemi e apparecchiature biomediche per diagnosi, cura e riabilitazione e per applicazioni biomeccaniche e di studio del movimento, nonché di dispositivi funzionali per il rilascio controllato. Sbocco professionale importante è rappresentato anche dal proseguimento degli studi nella Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali (LM-53). Inoltre, in accordo con la vigente normativa, il laureato in Ingegneria Biomedica può accedere alla libera professione previo superamento dell'esame di stato e iscrizione all'albo. Infine, il conseguimento della laurea in Ingegneria Biomedica permette, dopo un successivo periodo di tirocinio e sotto la guida del relativo esperto qualificato, di accedere all'esame di abilitazione per l'iscrizione nell'elenco degli esperti qualificati di I livello incaricati della sorveglianza fisica della radioprotezione.

Profilo: Ingegnere Biomedico - specializzazione in Tecnologie per la diagnostica

Funzioni:

Il laureato in Ingegneria Biomedica nel ramo di Tecnologie per la diagnostica si occupa dello studio e della descrizione di

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)

fenomeni elettrici e/o magnetici, dell'elaborazione di dati e di immagini, della modellistica di sistemi fisiologici, dell'implementazione ed applicazione di metodi per la gestione e la trasmissione di informazioni mediche. In aggiunta, tale figura deve essere in grado di progettare, realizzare e collaudare dispositivi ed impianti medicali destinati alla diagnosi, alla terapia o al monitoraggio. Inoltre, il laureato si occupa della produzione e realizzazione di biosensori, di strumentazione elettromedicale, di sistemi di supporto alla decisione clinica, di sistemi informativi sanitari e, infine, dello sviluppo di software medicale.

#### Competenze:

Il Laureato in Ingegneria biomedica possiede una solida formazione di base nelle discipline ingegneristiche, specialmente nell'ambito elettronico, mecatronico e robotico, coadiuvata da una preparazione di base nel settore medico-biologico con conoscenza delle applicazioni specifiche. Per operare correttamente, deve avere adeguate competenze di base di matematica, chimica e fisica. Deve essere in grado di elaborare ed analizzare segnali, immagini e dati medico-biologici, e deve sapere applicare le tecniche di progetto di circuiti elettronici, gli strumenti metodologici ed i metodi quantitativi per lo studio di sistemi fisiologici.

#### Sbocchi:

Il laureato in Ingegneria Biomedica può operare sia nella libera professione, che in industrie, strutture ospedaliere, sanitarie e laboratori clinici specializzati ed, infine, in centri di ricerca e università. Tale figura può essere impiegata nella progettazione, produzione, gestione e collaudo di apparecchiature biomedicali e farmaceutiche, nella soluzione di problemi metodologici e tecnologici in ambito fisiologico, nell'erogazione di servizi sanitari e nell'utilizzo di opportuni software medicali per assistenza diagnostica. Infine, il laureato in Ingegneria Biomedica può essere impiegato come ingegnere addetto dei servizi di qualità, sicurezza, organizzazione in ambito sanitario, ingegnere responsabile di sistemi informativi sanitari, e come ingegnere di supporto alle attività dei Laboratori Biomedici e delle strutture sanitarie di radiologia. Sbocco professionale importante è rappresentato anche dal proseguimento degli studi nella Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica (LM-29). Inoltre, in accordo con la vigente normativa, il laureato in Ingegneria Biomedica può accedere alla libera professione previo superamento dell'esame di stato e iscrizione all'albo. Infine, il conseguimento della laurea in Ingegneria Biomedica permette, dopo un successivo periodo di tirocinio e sotto la guida del relativo esperto qualificato, di accedere all'esame di abilitazione per l'iscrizione nell'elenco degli esperti qualificati di I livello incaricati della sorveglianza fisica della radioprotezione.

#### Caratteristiche della prova finale

Per conseguire la laurea lo/a studente/ssa deve aver acquisito 180 crediti formativi compresi quelli relativi alla prova finale pari a 3 CFU La prova finale ha l'obiettivo di verificare il livello di maturità e la capacità critica del laureando, con riferimento agli apprendimenti e alle conoscenze acquisite, a completamento delle attività previste dall'ordinamento didattico. La prova finale consiste in una prova scritta o orale secondo modalità definite dal regolamento sulla prova finale del Corso di Laurea per ogni A.A., nel rispetto e in coerenza della tempistica, delle prescrizioni ministeriali e delle inerenti linee guida di Ateneo.

| Insegnamenti 1 ° anno  | CFU | Sem. | Val. | SSD        | TAF |
|--|-----|------|------|------------|-----|
| 01238 - ANALISI MATEMATICA<br><i>Sciacca(PA), Gargano(PA)</i>            | 12  | 1    | V    | MAT/05     | A   |
| 01788 - CHIMICA<br><i>Palmisano(CU)</i>                                  | 9   | 1    | V    | CHIM/07    | A   |
| 02605 - DISEGNO ASSISTITO DA CALCOLATORE<br><i>Ingrassia(PO)</i>         | 9   | 1    | V    | ING-IND/15 | B   |
| 03295 - FISICA I<br><i>Lo Franco(PA)</i>                                 | 9   | 1    | V    | FIS/03     | A   |
| 18410 - ELEMENTI DI BIOCHIMICA E BIOLOGIA CELLULARE<br><i>Gherzi(PA)</i> | 6   | 2    | V    | BIO/10     | C   |
| 03675 - GEOMETRIA<br><i>Di Noto(PC)</i>                                  | 6   | 2    | V    | MAT/03     | A   |
| 18414 - GESTIONE DEI SISTEMI SANITARI<br><i>Mazzola(PA)</i>              | 6   | 2    | V    | ING-IND/35 | B   |

57

| Insegnamenti 2 ° anno   | CFU | Sem. | Val. | SSD        | TAF |
|---|-----|------|------|------------|-----|
| 18409 - FENOMENI DI TRASPORTO E TERMODINAMICA<br><i>Brucato(PO)</i> | 9   | 1    | V    | ING-IND/24 | B   |
| 07870 - FISICA II<br><i>Gurrera(PC)</i>                             | 6   | 1    | V    | FIS/01     | A   |

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)

| Insegnamenti 2 ° anno   | CFU | Sem. | Val. | SSD        | TAF |
|---|-----|------|------|------------|-----|
| 18407 - SCIENZA DELLE COSTRUZIONI E MECCANICA DEI BIOMATERIALI<br><i>Zingales(PO)</i> | 9   | 1    | V    | ICAR/08    | B   |
| 06328 - SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI<br><i>Valenza(PO)</i>                      | 12  | 1    | V    | ING-IND/34 | B   |
| 18408 - COSTRUZIONI BIOMECCANICHE   | 12  | 2    | V    |            |     |
| - COSTRUZIONI BIOMECCANICHE - MODULO I<br><i>Zuccarello(PO)</i>                       | 6   | 2    |      | ING-IND/14 | B   |
| - COSTRUZIONI BIOMECCANICHE - MODULO II<br><i>Zuccarello(PO)</i>                      | 6   | 2    |      | ING-IND/34 | B   |
| 11077 - ELEMENTI DI ANATOMIA E FISIOLOGIA   | 9   | 2    | V    |            |     |
| - ELEMENTI DI ANATOMIA E FISIOLOGIA - MODULO I<br><i>Serio(PO)</i>                    | 6   | 2    |      | BIO/09     | C   |
| - ELEMENTI DI ANATOMIA E FISIOLOGIA - MODULO II<br><i>Bucchieri(PO)</i>               | 3   | 2    |      | BIO/16     | C   |
| 02965 - ELETTROTECNICA<br><i>Di Silvestre(PA)</i>                                     | 6   | 2    | V    | ING-IND/31 | B   |

**63**

| Insegnamenti 3 ° anno  | CFU | Sem. | Val. | SSD        | TAF |
|--|-----|------|------|------------|-----|
| 18396 - CHIMICA DELLE MOLECOLE BIOLOGICHE<br><i>Giacalone(PO)</i>                            | 6   | 1    | V    | CHIM/06    | C   |
| 18416 - TECNOLOGIE A MEMBRANA PER L'INGEGNERIA BIOMEDICA<br><i>Cipollina(PO)</i>             | 6   | 1    | V    | ING-IND/26 | B   |
| 18478 - TRASFORMAZIONE DI BIOMATERIALI - LABORATORIO DI BIOMATERIALI<br><i>Mistretta(RD)</i> | 9   | 1    | V    | ING-IND/22 | B   |
| 04677 - LINGUA INGLESE   | 3   | 1    | G    |            | E   |
| 05917 - PROVA FINALE   | 3   | 1    | V    |            | E   |
| 18454 - TECNOLOGIE DI MEDICINA RIGENERATIVA<br><i>Carfi' Pavia(RD)</i>                       | 12  | 2    | V    | ING-IND/34 | B   |
| 18415 - TISSUE ENGINEERING<br><i>La Carrubba(PA)</i>   | 6   | 2    | V    | ING-IND/22 | B   |
| 01192 - ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE  | 3   | 2    | G    |            | F   |
| Attiv. form. a scelta dello studente (consigliate)   | 12  |      |      |            | D   |

**60**

## GRUPPI DI ATTIVITA' FORMATIVE OPZIONALI

| Attiv. form. a scelta dello studente (consigliate)                     | CFU | Sem. | Val. | SSD        | TAF |
|--|-----|------|------|------------|-----|
| 18451 - CAMPI ELETTROMAGNETICI PER LA BIOINGEGNERIA<br><i>Cino(PA)</i> | 6   | 1    | V    | ING-INF/02 | D   |
| 18452 - CORROSIONE IN AMBIENTE BIOLOGICO<br><i>Santamaria(PO)</i>      | 6   | 1    | V    | ING-IND/23 | D   |
| 02954 - ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI<br><i>Giaconia(PA)</i>        | 6   | 2    | V    | ING-INF/01 | D   |
| 18421 - MECCANICA DEI BIOFLUIDI<br><i>Napoli(PO)</i>                   | 6   | 1    | V    | ICAR/01    | D   |
| 18453 - TECNOLOGIE DI LAVORAZIONI BIOMECCANICHE<br><i>Buffa(PO)</i>    | 6   | 2    | V    | ING-IND/16 | D   |

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)

# GRUPPI DI ATTIVITA' FORMATIVE OPZIONALI

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)