

# Regolamento didattico del corso di laurea magistrale Biomedical Engineering LM-21

Anno accademico da cui il Regolamento ha decorrenza: a.a. 2023-2024

Data di approvazione del Regolamento: ... *[indicare la data di deliberazione del Senato Accademico]*.

Struttura didattica responsabile: Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica – Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica

## Indice

Art. 1.	Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo.....	2
Art. 2.	Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati .....	3
Art. 3.	Conoscenze richieste per l'accesso e requisiti curriculari .....	5
Art. 4.	Modalità di ammissione.....	5
Art. 5.	Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio.....	6
Art. 6.	Organizzazione della didattica.....	8
Art. 7.	Articolazione del percorso formativo .....	9
Art. 8.	Piano di studio .....	9
Art. 9.	Mobilità internazionale.....	10
Art. 11.	Modalità di svolgimento della prova finale .....	10
Art. 12.	Valutazione della qualità delle attività formative .....	11
Art. 13.	Altre fonti normative.....	11
Art. 14.	Validità.....	11

Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del corso di studio. Il Regolamento è pubblicato sul sito *web* del Dipartimento:

<https://ingegneriaindustrialeelettronicameccanica.uniroma3.it/didattica/regolamenti-didattici/>

Qualora cada di sabato o di giorno festivo, ogni scadenza presente nel Regolamento è da intendersi posticipata al primo giorno lavorativo successivo.

## Art. 1. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Laurea Magistrale in Biomedical Engineering è finalizzato a formare un Dottore Magistrale che, padroneggiando un insieme di tecnologie e metodi di base comuni a più settori applicativi, sia in grado di progettare e gestire apparati, sistemi e dispositivi biomedici, nel loro intero ciclo di vita, e di sviluppare metodi e servizi ad alto valore aggiunto per l'acquisizione, il trattamento, la trasmissione, e la diffusione di conoscenze associate alla tutela della salute e del benessere.

A tal fine egli sarà in grado, a conclusione del percorso formativo, di svolgere attività di progettazione complessa ed attività direzionali di pianificazione, organizzazione, guida, coordinamento e controllo connesse con la produzione di beni e l'erogazione di servizi del settore biomedico, e delle tecnologie a tutela della salute e del benessere. A lui sarà quindi richiesto di risolvere, in modo economicamente efficiente e con un approccio interdisciplinare, problemi di pianificazione, progettazione, ingegnerizzazione, produzione e gestione di componenti, dispositivi, apparati, sistemi e servizi orientati al soddisfare le esigenze proprie delle società industriali avanzate in termini di salute e benessere.

Al termine del ciclo di studi egli avrà consolidato una approfondita preparazione multidisciplinare basata sull'integrazione tra l'ingegneria dell'informazione, l'ingegneria industriale e le scienze della vita. In questo modo si vuole formare una figura professionale con competenze multidisciplinari che sia in grado di:

- sviluppare metodi quantitativi per lo studio dei sistemi biologici e fisiologici, nonché per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati, segnali ed immagini di interesse biologico e medico;
- progettare dispositivi e sistemi per la diagnosi, la terapia e la riabilitazione, organi artificiali e protesi, sistemi di supporto funzionale e ausili per disabili;
- sviluppare metodologie di progettazione integrata materiali/componenti che si avvalgano anche dei più moderni approcci multi-scala fino alle nanotecnologie per la realizzazione di materiali e/o superfici multifunzionali;
- contribuire al miglioramento dell'assistenza sanitaria, nelle strutture pubbliche e private, organizzando una gestione delle apparecchiature biomediche che ne garantisca un impiego sicuro, corretto ed economico, oltre che alla progettazione di soluzioni impiantistiche e tecnologiche energeticamente sostenibili;
- utilizzare le tecnologie dell'informazione per la gestione e interpretazione dei dati per un corretto e sicuro l'utilizzo di una tecnologia biomedica, anche con riferimento alle relative fonti regolatorie.

Per garantire quindi da una parte un approfondimento dei contenuti di impostazione metodologica per il rafforzamento delle conoscenze di natura scientifica e tecnica, e dall'altra la formazione di una figura professionale con una marcata connotazione interdisciplinare, il Corso di Laurea Magistrale si pone come obiettivo quello di garantire l'acquisizione autonoma e continua nel tempo di metodologie e tecniche che consentano di gestire l'innovazione tecnologica nelle diverse aree dell'Ingegneria Biomedica.

Per raggiungere questi obiettivi, ad una formazione più specificatamente orientata alle materie caratterizzanti della classe nell'ambito dell'ingegneria biomedica, si accompagna un insieme di attività formative affini o integrative in specifici campi dell'ingegneria industriale e dell'informazione, e nelle scienze applicate al settore biomedico. Il corso di Laurea prevede, all'interno di molti insegnamenti, la presenza di esercitazioni di laboratorio, finalizzate alla conoscenza delle metodiche sperimentali e della strumentazione biomedica, per permettere agli studenti di sviluppare un'adeguata sensibilità all'analisi sperimentale in campo biomedico.

Il laureato formato tramite il Corso di Laurea Magistrale in Biomedical Engineering deve essere in grado di progettare e gestire sistemi, impianti, apparati nel loro intero ciclo di vita, e di sviluppare servizi ad alto valore aggiunto per l'acquisizione, il trattamento, la trasmissione, e la diffusione di conoscenze associate alla tutela della salute e del benessere. Sarà quindi in grado, a conclusione del percorso formativo, di svolgere attività di progettazione complessa ed attività direzionali di pianificazione, organizzazione, guida, coordinamento e controllo connesse con la produzione di beni e l'erogazione di servizi del settore della sanità, e delle tecnologie a tutela della salute e del benessere.

## Art. 2. Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

### 1. Specialista della progettazione, produzione e certificazione di dispositivi medici

#### a) Funzione in un contesto di lavoro

È l'ingegnere che, all'interno di una azienda, svolge attività di supporto e coordinamento della progettazione di dispositivi medici, e che è impegnato nel coordinamento del ciclo produttivo e di certificazione degli stessi. Oltre alla definizione delle specifiche progettuali, e il coordinamento del progetto, tra le funzioni richieste è prevista l'interazione con altre figure professionali (con competenze disciplinari), la supervisione al testing e alla certificazione.

#### b) Competenze associate alla funzione

Il profilo professionale deve quindi:

- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, con particolare riferimento agli aspetti relativi alla progettazione dei dispositivi medici;
- risolvere problemi di progettazione, e definire specifiche di progetto in ambito biomedicale;
- conoscere ed applicare le direttive comunitarie che fanno riferimento ai dispositivi medici, in fase di progettazione e di certificazione.

#### c) Sbocchi occupazionali

- società e industrie di progettazione, produzione e commercializzazione di biomateriali, dispositivi, apparecchiature e sistemi medicali (26.6 Fabbricazione di strumenti per irradiazione, apparecchiature elettromedicali ed elettroterapeutiche, 32.5 Fabbricazione di strumenti e forniture mediche e dentistiche); gestione di dispositivi, apparecchi, sistemi e impianti in sede ospedaliera ed in ambito farmaceutico (mansioni tecnico/gestionali per il gruppo di attività 86 Assistenza sanitaria, 21 Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici);
- gestione di servizi tecnici ed informatici in aziende ospedaliere e sanitarie (84.12.1 regolamentazione delle attività degli organismi preposti alla sanità).

### 2. Responsabile di prodotto in ambito biomedicale

#### a) Funzione in un contesto di lavoro

È l'ingegnere che, a supporto del settore commerciale, opera in una azienda del settore biomedicale nella fase che precede la vendita, per la corretta definizione delle specifiche, ed in quella ad essa successiva, fornendo assistenza, supporto e formazione ai clienti. Ha competenze tecniche approfondite su un insieme di dispositivi medici, e, tra le funzioni richieste sono incluse quelle legate all'interazione con l'utenza del prodotto e con i responsabili della progettazione, anche per verificare l'adeguatezza tecnica del prodotto rispetto alle richieste del mercato, agli aspetti di innovazione tecnologica, e alle modifiche derivanti da innovazioni nella normativa a riguardo.

#### b) Competenze associate alla funzione

Il profilo professionale deve quindi:

- conoscere problemi di progettazione, e definire specifiche di progetto in ambito biomedicale;
- conoscere ed applicare le direttive comunitarie che fanno riferimento ai dispositivi medici, in fase di progettazione e di certificazione;
- conoscere i contesti aziendali e professionali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

#### c) Sbocchi occupazionali

- società e industrie di progettazione, produzione e commercializzazione di biomateriali, dispositivi, apparecchiature e sistemi medicali (26.6 Fabbricazione di strumenti per irradiazione, apparecchiature elettromedicali ed elettroterapeutiche, 32.5 Fabbricazione di strumenti e forniture mediche e dentistiche); gestione di dispositivi, apparecchi, sistemi e impianti in sede ospedaliera ed in ambito

farmaceutico (mansioni tecnico/gestionali per il gruppo di attività 86 Assistenza sanitaria, 21 Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici);

- gestione di servizi tecnici ed informatici in aziende ospedaliere e sanitarie (84.12.1 regolamentazione delle attività degli organismi preposti alla sanità);
- valutazione dell'impatto biologico di prodotti industriali ed ergonomia della attività di produzione (71.2 Collaudi ed analisi tecniche).

### **3. Ingegnere clinico**

#### *a) Funzione in un contesto di lavoro*

È il professionista che svolge attività all'interno delle strutture sanitarie per gli aspetti relativi alla programmazione, acquisizione e gestione delle tecnologie biomediche. Ha competenze tecniche approfondite su un insieme di dispositivi medici, e, tra le funzioni richieste sono incluse quelle legate all'interazione con gli operatori e la dirigenza delle strutture sanitarie per la definizione dei piani di acquisizione delle tecnologie biomediche. Coordina le attività di gestione e manutenzione delle tecnologie biomediche, e fornisce assistenza e supporto agli operatori sanitari nell'uso corretto e sicuro dei dispositivi medici, anche per la gestione del rischio associato al loro uso.

#### *b) Competenze associate alla funzione*

Il profilo professionale deve quindi:

- conoscere i principi di funzionamento delle tecnologie biomediche e delle sue modalità di utilizzo in ambito clinico;
- conoscere ed applicare le direttive comunitarie che fanno riferimento ai dispositivi medici, in fase di certificazione e di uso;
- avere conoscenze nel campo della valutazione del rischio in ambito sanitario;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

Inoltre, la Laurea Magistrale in Biomedical Engineering, facendo capo alla Classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria Biomedica, consente di sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione professionale alla Sezione A dell'Albo degli Ingegneri, sia nel Settore dell'ingegneria dell'Informazione, sia nel settore dell'Ingegneria Industriale.

#### *c) Sbocchi occupazionali*

- gestione di servizi tecnici ed informatici in aziende ospedaliere e sanitarie (84.12.1 regolamentazione delle attività degli organismi preposti alla sanità);
- valutazione dell'impatto biologico di prodotti industriali ed ergonomia della attività di produzione (71.2 Collaudi ed analisi tecniche).

### **4. Specialista di ricerca e sviluppo in ambito biomedico**

#### *a) Funzione in un contesto di lavoro*

È lo specialista che, all'interno di un centro di ricerca operante in ambito biomedico, fornisce le proprie competenze per la ideazione e progettazione di metodi, sistemi e strumenti innovativi. Tra le funzioni richieste, la analisi della letteratura del settore biomedico, sviluppare metodi innovativi, e contribuire alla validazione e/o alla sperimentazione clinica del metodo, sistema, strumento sviluppato.

#### *b) Competenze associate alla funzione*

Il profilo professionale deve quindi:

- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, con particolare riferimento agli aspetti relativi all'ideazione dei metodi e allo sviluppo delle tecniche proprie della bioingegneria;
- risolvere problemi di progettazione, e definire specifiche di progetto in ambito biomedicale;
- saper identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, i problemi propri delle applicazioni in campo biomedico, di tipo complesso, che richiedano un approccio multidisciplinare;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

#### *c) Sbocchi occupazionali*

- laboratori di ricerca industriali, ospedalieri, universitari e di altri enti (72.1 Ricerca e sviluppo sperimentale nel campo delle scienze naturali e dell'ingegneria).

**5. Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)**

- Ingegneri biomedici e bioingegneri (2.2.1.8.0)

### Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso e requisiti curriculari

L'accesso alla Laurea Magistrale in Biomedical Engineering avviene a partire dalle lauree triennali appartenenti alla classe delle lauree dell'Ingegneria dell'Informazione o Ingegneria Industriale (DM 509/99 e DM 270/04). L'iscrizione di studenti con laurea triennale diversa da quelle specificate, o di Laurea conseguita in paese estero, sarà valutata dal Collegio Didattico sulla base del curriculum di studi dello studente. Eventuali carenze curriculari, individuate dal Collegio Didattico, dovranno essere colmate prima dell'immatricolazione attraverso l'iscrizione a singoli insegnamenti e il superamento dei relativi esami.

È inoltre richiesto allo studente di essere capace di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in lingua inglese. Per l'accesso è richiesto un livello di conoscenza della lingua inglese non inferiore al B2 del quadro comune europeo di riferimento. Il riconoscimento dell'idoneità linguistica è effettuato sulla base del superamento di prove di verifica svolte presso il Centro Linguistico di Ateneo di Roma Tre o dell'Ateneo di provenienza e sulla base della documentazione eventualmente prodotta dallo studente a riguardo. Il livello di conoscenza della lingua straniera deve essere certificato all'atto dell'immatricolazione.

### Art. 4. Modalità di ammissione

È richiesto il possesso della laurea triennale nelle Classi dell'Ingegneria dell'Informazione o Ingegneria Industriale (di cui al D.M. 509/1999 o D.M. 270/2004) o laurea in Ingegneria conseguita secondo il Preesistente Ordinamento (ante D.M. 509/1999).

Possono presentare domanda anche i laureandi che prevedono di conseguire il titolo entro la data indicata sul *Bando per l'ammissione ai corsi di Laurea Magistrale*.

La domanda preliminare, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta entro la data di scadenza riportata sul bando per via telematica seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e quelle riportate sul bando per la consegna della documentazione; gli studenti provenienti da altri Atenei dovranno inoltre necessariamente far pervenire i programmi degli insegnamenti i cui esami sono stati superati, mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata alla Segreteria del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica.

Per accedere proficuamente al Corso di Laurea Magistrale Biomedical Engineering è necessario che:

- lo studente conosca adeguatamente gli aspetti metodologici e operativi delle scienze di base, di quelle caratterizzanti e di quelle affini proprie dell'ingegneria dell'informazione (classe L-8 del DM 270/04 delle lauree in "Ingegneria dell'informazione" e classe 9 del DM 509/99) o dell'ingegneria industriale (classe L-9 del DM 270/04 delle lauree in "Ingegneria Industriale" e classe 10 del DM 509/99);
- lo studente sia in possesso di una certificazione che attesti il conseguimento di almeno il livello B2 (o equivalente) relativo alla conoscenza della lingua inglese in cui gli insegnamenti sono erogati per poter sostenere i relativi esami di profitto.

In relazione al percorso didattico pregresso non sono previsti crediti formativi aggiuntivi per i laureati delle classi di Laurea in Ingegneria dell'Informazione ed Ingegneria Industriale e per tutti i laureati, che rispettino i requisiti minimi come disposto dal decreto D.M. del 4 agosto 2000 e dal decreto D.M. n.157 del 16 marzo 2007 del MUR per la classe delle Lauree in Ingegneria dell'Informazione e per la classe delle Lauree in Ingegneria Industriale. Nel caso in cui lo studente, laureato nella classe prevista, abbia conseguito competenze differenti da quelle prese a riferimento nella progettazione del presente Corso di Laurea Magistrale, ma sia in grado di raggiungere i previsti obiettivi formativi con un percorso di studi personalizzato di 120 CFU, l'accesso è consentito con l'obbligo di seguire un piano di studi individuale, coerente con il percorso formativo del Corso di Laurea Magistrale Biomedical Engineering.

Per i laureati in classi diverse da quelle precedentemente indicate, potranno essere individuate competenze necessarie che saranno valutate per ogni singolo caso in relazione al percorso didattico presentato. La verifica delle competenze è effettuata sulla base del curriculum del candidato ed eventualmente accertata tramite un colloquio. La eventuale acquisizione di tali competenze dovrà avvenire con l'iscrizione a corsi singoli e con il superamento dei relativi esami prima dell'immatricolazione, e comunque entro il 28 febbraio di ciascun anno.

## **Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio**

### **1. Norme comuni**

La domanda di passaggio da altro corso di laurea dell'Università degli Studi Roma Tre, trasferimento da altro Ateneo, reintegro a seguito di decadenza o rinuncia, abbreviazione di corso per riconoscimento esami e carriere pregresse deve essere presentata secondo le modalità e le tempistiche definite nel bando rettorale di ammissione al corso di laurea.

Relativamente al passaggio degli studenti da un altro Corso di Studio dello stesso livello dell'Ateneo, e al trasferimento degli studenti da un Corso di Studio dello stesso livello di un'altra Università, viene assicurato il riconoscimento del maggior numero possibile dei CFU già maturati dallo studente, ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute. Quando il trasferimento è effettuato da un Corso di Studio appartenente alla stessa classe, la quota di CFU relativi al medesimo Settore Scientifico-Disciplinare<sup>1</sup> direttamente riconosciuti allo studente non sarà comunque inferiore al 50% di quelli già maturati. Nel caso in cui il corso di provenienza sia stato svolto in modalità a distanza, la quota minima del 50% sarà riconosciuta solo se il corso di provenienza risulti accreditato ai sensi del Regolamento Ministeriale di cui all'articolo 2, comma 148, del Decreto Legge 3 ottobre 2006, n. 262, convertito dalla Legge 24 novembre 2006, n. 286 e successive modificazioni.

Per l'accesso al Corso di Studio è possibile riconoscere CFU maturati da Laureati di altre Classi; viene assicurato sempre il riconoscimento del maggior numero possibile dei CFU già maturati, ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute.

Nelle pratiche di passaggio, trasferimento, reintegro ed iscrizione al Corso di Studio come secondo titolo, ai fini del riconoscimento di un insegnamento presente nel percorso formativo obbligatorio dello studente e avente CFU maggiori dell'esame da riconoscere, si chiede allo studente di sostenere una prova integrativa, cui seguirà la verbalizzazione sul portale dei crediti residui. Insegnamenti ed attività non direttamente riconoscibili nel percorso formativo della laurea, potranno essere convalidati nelle attività a scelta dello studente e/o nel tirocinio.

Le regole per l'attribuzione del voto d'esame sono le seguenti:

- sarà confermato il voto attribuito allo studente nella sua carriera pregressa nel caso in cui l'insegnamento da riconoscere abbia un numero di CFU uguale o inferiore a quello relativo all'insegnamento già sostenuto;
- nel caso di richiesta di integrazione sarà calcolata la media tra il voto attribuito all'insegnamento già sostenuto e quello attribuito all'integrazione, pesata attraverso i CFU precedentemente acquisiti e quelli da acquisire;
- nel caso di riconoscimento di più attività acquisite che confluiscono in un'attività presente nel percorso formativo obbligatorio dello studente, sarà calcolata la media dei voti ottenuti nelle rispettive attività considerate, pesata attraverso i CFU corrispondenti.

Il Consiglio di Collegio Didattico valuterà la non obsolescenza dei contenuti formativi verificando la congruenza dei programmi dei corsi sostenuti dallo studente con quanto previsto negli obiettivi formativi del percorso formativo obbligatorio dello studente.

Le attività formative acquisite o acquisibili presso istituzioni universitarie europee sono quantificate sulla base dell'European Credit Transfer System (ECTS).

## **2. Passaggi e crediti riconoscibili**

Il riconoscimento di CFU acquisiti presso un altro Corso di Studi dell'Ateneo e il percorso di studi che lo studente deve seguire per il conseguimento della laurea è stabilito dal Consiglio di Collegio Didattico tenendo conto della congruità con gli Ordinamenti Didattici e con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale. La domanda preliminare di passaggio, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta per via informatica entro la data di scadenza riportata sul bando seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e, per l'eventuale consegna della documentazione, quelle riportate sul Bando.

Gli studenti per i quali sono riconoscibili fino ad un massimo di 23 CFU sono ammessi al I anno; gli studenti per i quali sono riconoscibili almeno 24 CFU sono ammessi al II anno.

## **3. Trasferimenti e crediti riconoscibili**

La convalida in termini di CFU delle attività formative già acquisite e il percorso formativo che lo studente deve seguire vengono stabiliti dal Consiglio di Collegio Didattico in relazione alla congruità dei contenuti formativi acquisiti e acquisibili con gli obiettivi formativi specifici del Corso di Laurea.

La domanda preliminare di trasferimento, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta per via informatica entro la data di scadenza riportata sul bando seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e, per l'eventuale consegna della documentazione, quelle riportate sul Bando.

È obbligatorio presentare autocertificazione del titolo di I livello, nonché tutti i programmi degli insegnamenti relativi agli esami sostenuti, sia nella Laurea che nella Laurea Magistrale di provenienza. I programmi dovranno pervenire alla Segreteria Didattica mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata alla Segreteria del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica.

In particolare, sono direttamente ammessi studenti provenienti da Corsi di Studio della Classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria Biomedica.

Gli studenti per i quali sono riconoscibili fino ad un massimo di 23 CFU sono ammessi al I anno; gli studenti per i quali sono riconoscibili almeno 24 CFU sono ammessi al II anno.

## **4. Reintegro a seguito di decadenza o rinuncia**

Lo studente decaduto o rinunciario può, inoltrando apposita domanda compilata secondo le indicazioni del bando, richiedere il reintegro nella qualità di studente nel Corso di laurea secondo il D.M. 270/2004, con riconoscimento degli esami sostenuti prima della decadenza o rinuncia. Il Consiglio di Collegio Didattico valuterà la non obsolescenza della formazione pregressa e definirà conseguentemente il numero di crediti da riconoscere in relazione agli esami già sostenuti e le ulteriori attività formative necessarie per il conseguimento del titolo di studio.

## **5. Iscrizione al corso come secondo titolo**

I laureati che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale Biomedical Engineering per il conseguimento del secondo titolo dovranno essere in possesso di un titolo di livello equivalente.

È possibile riconoscere crediti maturati da Laureati di altre Classi sulla base della congruenza culturale dei programmi degli insegnamenti superati. Viene assicurato sempre il riconoscimento del maggior numero possibile dei crediti già maturati, anche ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute.

La domanda preliminare di iscrizione come secondo titolo, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta per via informatica entro la data di scadenza riportata sul bando seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e, per l'eventuale consegna della documentazione, quelle riportate sul Bando.

È obbligatorio presentare autocertificazione del titolo di I livello, nonché tutti i programmi degli insegnamenti relativi agli esami sostenuti, sia nella Laurea che nella Laurea Magistrale. I programmi dovranno pervenire alla Segreteria Didattica mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata alla Segreteria del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica.

## **6. Riconoscimento delle conoscenze extra universitarie**

Le attività lavorative e formative acquisite o acquisibili presso Istituzioni extra-universitarie sono convalidate sulla base di certificazione ufficiale dell'attività svolta e di quanto stabilito in eventuali convenzioni stipulate dall'Ateneo con l'istituzione coinvolta e il Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica.

La valutazione dei CFU riconoscibili verrà effettuata sulla base dell'attualità culturale dei programmi degli insegnamenti superati.

È possibile il riconoscimento di abilità professionali certificate fino al valore massimo dei CFU corrispondenti ai CFU delle attività didattiche a scelta dello Studente.

#### **7. Riconoscimento delle conoscenze linguistiche extra universitarie**

Il riconoscimento delle conoscenze linguistiche extra-universitarie acquisite è quantificato sulla base della certificazione ufficiale e della valutazione del Centro Linguistico d'Ateneo.

### **Art. 6. Organizzazione della didattica**

#### **1. Numero complessivo di esami di profitto previsti per il conseguimento del titolo di studio**

Per il conseguimento del titolo di studio sono previsti un massimo di 12 esami o valutazioni finali di profitto anche favorendo prove di esame integrate per più insegnamenti o moduli coordinati.

#### **2. Tipologia delle forme didattiche**

Ai sensi dell'art 10 del D.M. 270/2004, le attività formative di base, caratterizzanti e affini/integrative sono costituite da corsi di insegnamento svolti in forma frontale e articolati in lezioni, esercitazioni e seminari nonché esercitazioni pratiche (svolte anche in laboratorio, in forma assistita o individuale).

Le attività autonomamente scelte dallo studente sono costituite da corsi di insegnamento attivati presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica o da un altro Dipartimento di Ateneo.

Le altre attività formative comprendono: la preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio, la verifica della conoscenza di almeno una lingua straniera, le attività formative volte ad agevolare le scelte professionali mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso, i tirocini formativi e di orientamento di cui al decreto 25 marzo 1998, n. 142, del Ministero del lavoro e ogni altra attività ritenuta utile alla formazione degli studenti.

I corsi di insegnamento sono composti da uno o più moduli. Ogni modulo rientra nell'ambito di un Settore Scientifico Disciplinare ed è affidato ad un docente.

#### **3. CFU ed ore di didattica frontale**

Ad ogni attività didattica (e ad ogni modulo) viene attribuito un numero intero di CFU. A ogni CFU corrispondono 25 ore d'impegno complessivo dello studente, delle quali, per i corsi di insegnamento, almeno 6 debbono essere costituite da attività didattiche frontali. Lo studio individuale non può essere comunque inferiore al 50% dell'impegno complessivo dello studente.

Il corso di laurea magistrale prevede un impegno di didattica frontale che varia tra le 7 e le 8 ore a CFU a seconda della tipologia dell'insegnamento

#### **4. Calendario delle attività didattiche**

Il calendario delle attività didattiche è organizzato secondo la seguente scansione cronologica.

- Le attività didattiche frontali iniziano i primi di ottobre (con possibilità di anticipare all'ultima settimana di settembre) e sono suddivise in due semestri;
- Ciascun semestre è a sua volta suddiviso in un periodo iniziale di circa 14 settimane dedicato alla didattica frontale (con eventuali prove di valutazione intermedia e altre attività svolte dagli studenti, ove previste) ed un periodo di circa 5 settimane dedicato allo svolgimento degli esami;
- Il mese di settembre è dedicato allo svolgimento degli esami con possibilità di anticipare all'ultima settimana di settembre l'inizio di alcune lezioni. Inoltre, nello stesso mese di settembre si svolgono le attività propedeutiche per gli studenti immatricolati.

Prima dell'inizio delle lezioni il Collegio Didattico definisce e rende pubblico il calendario delle attività didattiche e degli esami di profitto.

Il calendario delle attività didattiche frontali deve garantire la possibilità di frequenza possibilmente a tutte le attività formative previste in ciascun anno di corso.



Prima dell'inizio delle lezioni ciascun docente rende noto il dettaglio delle modalità d'esame del proprio corso. Il programma dettagliato dell'insegnamento tenuto viene fornito dal docente prima della conclusione delle lezioni.

#### **5. Tutorato**

Il Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica organizza attività di tutorato, volte ad assistere gli studenti nell'apprendimento. Queste attività sono svolte, oltre che da professori, ricercatori e cultori della materia, anche da studenti di dottorato, individuati per mezzo di apposite procedure.

#### **6. Esami di profitto e composizione delle commissioni**

Per ogni corso di insegnamento è prevista una verifica dei risultati delle attività formative sotto forma di esami di profitto. Possono essere previste prove di valutazione intermedia da svolgersi durante il corso d'insegnamento corrispondente, del cui esito si potrà tener conto ai fini della valutazione finale. Tutte le prove di valutazione, intermedia e finale, si svolgeranno mediante prove scritte e/o orali e/o prove di laboratorio.

Le modalità di composizione delle commissioni degli esami di profitto sono disciplinate dal Regolamento Carriera.

#### **7. Studenti a tempo parziale**

Lo studente che opta per il tempo parziale sottopone il piano degli studi scelto all'approvazione del Consiglio di Collegio Didattico entro la data riportata sul sito ufficiale.

Per la disciplina di questo punto si rinvia al Regolamento Carriera.

#### **8. Inclusione degli studenti con disabilità o DSA**

Il Corso di Studio promuove con il massimo impegno i percorsi di inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA come sancito nel Regolamento Carriera.

A tal proposito, il Dipartimento individua un referente.

Per quanto concerne le figure coinvolte, le responsabilità e le procedure connesse, il Dipartimento adotta e rinvia al "VADEMECUM per promuovere il processo di inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA" predisposto dall'Ateneo e disponibile al link <http://www.uniroma3.it/ateneo/uffici/ufficio-studenti-disabilita-dsa/>

### **Art. 7. Articolazione del percorso formativo**

Il corso di Laurea in Biomedical Engineering ha una struttura agile con un curriculum unico che integra insegnamenti necessari per fornire competenze approfondite nell'ambito dei settori caratterizzanti della classe di Laurea, quelli necessari per approfondire le competenze legate ai settori dell'ingegneria industriale e dell'informazione per le applicazioni in ambito biomedico, e quelli legati all'approfondimento delle competenze di contesto derivanti dai settori delle Scienze della vita. Nel secondo anno del corso sono presenti anche insegnamenti a scelta per la definizione del profilo di competenze che lo studente vuole adottare, e vengono attribuiti crediti per lo svolgimento del tirocinio nell'ambito delle attività formative previste dall'art. 10 comma 5 let. d) del D.M. n.270 del 22/10/2004, e della prova finale.

L'elenco delle attività formative programmate ed erogate è specificato negli allegati n.1 e 2 al presente regolamento. Il-percorso formativo è riportato nell'allegato n.3.

I criteri per l'espletamento e per la verifica dei risultati del tirocinio sono esplicitati nell'allegato n.4.

### **Art. 8. Piano di studio**

a) Il piano di studio è l'insieme delle attività didattiche che è necessario sostenere per raggiungere il numero di crediti previsti per il conseguimento del titolo finale. L'eventuale frequenza di attività didattiche in sovrannumero e l'ammissione ai relativi appelli di esame, disciplinata dal Regolamento Carriera, è consentita

fino a un massimo di 9 crediti; oltre tale soglia è consentita esclusivamente tramite l'iscrizione a singoli insegnamenti. Tali attività didattiche non sono comprese nel piano di studio e non concorrono al calcolo dei crediti e della media per il conseguimento del titolo.

Le mancate presentazione e approvazione del piano di studio comportano l'impossibilità di prenotarsi agli esami, ad esclusione delle attività didattiche obbligatorie.

Lo Studente iscritto ad anni successivi al primo presenta il proprio Piano di Studio entro la scadenza riportata sul sito del Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica – Didattica –Ingegneria Elettronica.

La presentazione del Piano di Studio deve essere effettuata in accordo con quanto riportato nel *percorso formativo*, tenendo conto dei consigli per la compilazione del Piano di Studio che di anno in anno vengono proposti dal Consiglio di Collegio Didattico.

Si ricorda la delibera del Consiglio di Collegio Didattico (seduta del 06 giugno 2008) che stabilisce in 3 (tre) il numero minimo di studenti necessario per l'attivazione di un insegnamento ai sensi del D.M. 270/2004.

b) Per gli studenti a tempo parziale, il Collegio Didattico definisce individualmente sulla base della proposta dello studente uno specifico percorso formativo, organizzato nel rispetto dei contenuti didattici dell'ordinamento del Corso, distribuendo le attività formative ed i crediti da conseguire.

#### **Art. 9. Mobilità internazionale**

Gli studenti e le studentesse assegnatari di borsa di mobilità internazionale devono predisporre un *Learning Agreement* da sottoporre all'approvazione del docente coordinatore disciplinare obbligatoriamente prima della partenza. Il riconoscimento degli studi compiuti all'estero e dei relativi crediti avverrà in conformità con quanto stabilito dal Regolamento Carriera e dai programmi di mobilità internazionale nell'ambito dei quali le borse di studio vengono assegnate.

Gli studenti di sedi estere, assegnatari di borsa di mobilità internazionale presso l'Università degli Studi Roma Tre, prima di effettuare la mobilità devono preparare e sottoporre all'approvazione del docente coordinatore disciplinare il Learning Agreement firmato dal referente accademico presso l'università di appartenenza, secondo le norme stabilite dai programmi di mobilità internazionale nell'ambito dei quali le borse di studio vengono assegnate.

#### **Art. 10. Caratteristiche della prova finale**

La laurea magistrale in Biomedical Engineering si consegue previo superamento di una prova finale, che consiste nello sviluppo, da parte dello studente, con la guida di un Docente, il relatore, e da eventuali Co-relatori, di un lavoro, la tesi di Laurea, in forma di elaborato scritto, avente carattere innovativo e che affronti aspetti di analisi e/o di sintesi relativi ad argomenti coerenti con gli obiettivi formativi del corso di studio.

La tesi ha lo scopo di effettuare una verifica del livello di apprendimento dei contenuti tecnici e scientifici da parte del candidato, la sua capacità di operare in modo autonomo, il suo livello di organizzazione, di comunicazione e di innovazione nell'analisi e sintesi di progetti complessi.

Tale attività può essere svolta sia nei laboratori dell'Ateneo, sia presso aziende o enti di ricerca in Italia e all'estero.

#### **Art. 11. Modalità di svolgimento della prova finale**

La prova finale verte sulla discussione orale della tesi di laurea. La Commissione per l'esame finale è composta da almeno cinque Docenti. La modalità di nomina delle commissioni è contemplata nel Regolamento Didattico di Ateneo.

I criteri orientativi per la valutazione della prova finale di laurea e dell'intero curriculum degli studi ai fini della determinazione del voto finale sono definiti nel *Regolamento per la prova finale* (Allegato 5).

Ai fini dell'ammissione all'esame di laurea, lo studente dovrà fare riferimento al Regolamento qui allegato nonché alle scadenze e alle modalità di presentazione della domanda di conseguimento titolo pubblicate sul Portale dello Studente <http://portalestudente.uniroma3.it/carriera/ammissione-allesame-di-laurea/>.

## Art. 12. Valutazione della qualità delle attività formative

Il Collegio Didattico si avvale di una commissione di assicurazione della qualità, cui partecipa almeno un rappresentante della componente studentesca, per il monitoraggio e la valutazione periodica della qualità dell'offerta formativa, anche usufruendo dei dati forniti dall'Ateneo relativi alle seguenti azioni:

- monitoraggio dei flussi studenteschi (numero di immatricolazioni, di abbandoni, di trasferimenti in ingresso e in uscita);
- valutazione diretta da parte degli studenti (tramite questionari di valutazione) dell'organizzazione e metodologia didattica di ogni singolo insegnamento e dell'adeguatezza delle strutture didattiche;
- monitoraggio dell'andamento del processo formativo (livello di superamento degli esami previsti nei diversi anni di corso, voto medio conseguito, ritardi registrati rispetto ai tempi preventivati dal percorso formativo);
- valutazione quantitativa e qualitativa dei risultati della formazione (numero dei laureati, durata complessiva degli studi, votazione finale conseguita),

e provvede a stilare un rapporto presentato e discusso annualmente in Consiglio di Dipartimento.

Il Coordinatore del Collegio Didattico promuove la revisione con cadenza annuale del regolamento didattico alla luce dell'autovalutazione e dei processi di valutazione ed accreditamento periodici previsti dalla normativa vigente.

## Art. 13. Altre fonti normative

Per quanto non espressamente qui disciplinato si rinvia al Regolamento didattico di Ateneo e al Regolamento Carriera.

## Art. 14. Validità

Le disposizioni del presente Regolamento si applicano a decorrere dall'a.a. 2023/24 e rimangono in vigore per l'intero ciclo formativo (e per la relativa coorte studentesca) avviato da partire dal suddetto a.a. Si applicano inoltre ai successivi anni accademici e relativi percorsi formativi (e coorti) fino all'entrata in vigore di successive modifiche regolamentari.

Gli allegati 1, 2, 3, 4 e 5 richiamati nel presente Regolamento possono essere modificati da parte della struttura didattica competente, nell'ambito del processo annuale di programmazione didattica.

Gli allegati 1 e 2 sono resi pubblici anche mediante il sito [www.universitaly.it](http://www.universitaly.it).

## Allegato 1

Elenco delle attività formative previste per il corso di studio. Allegato della didattica programmata generato dall'applicativo informativo utilizzato per la gestione dell'attività didattica

### [Allegato 2](#)

Elenco delle attività formative erogate. Allegato didattica erogata generato dall'applicativo informativo utilizzato per la gestione dell'attività didattica

### [Allegato 3](#)

Percorso formativo del corso di laurea magistrale

### [Allegato 4](#)

Regolamento per le attività di tirocinio

### [Allegato 5](#)

Regolamento per la prova finale di laurea



**DIPARTIMENTO: INGEGNERIA INDUSTRIALE, ELETTRONICA E MECCANICA**  
**Bioingegneria (LM-21) A.A. 2023/2024**  
*Didattica programmata*

**Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione - Ordinamento Didattico**

Il Nucleo ha esaminato la proposta, valutandola alla luce dei parametri indicati dalla normativa. Ha giudicato in particolare in modo positivo l'individuazione delle esigenze formative attraverso contatti e consultazioni con le parti interessate, la significatività della domanda di formazione proveniente dagli studenti, le motivazioni della trasformazione proposta, la definizione delle prospettive professionali (attraverso analisi e previsioni sugli sbocchi professionali e l'occupabilità), la definizione degli obiettivi di apprendimento con riferimento ai descrittori adottati in sede europea, la coerenza del progetto formativo con gli obiettivi, le politiche di accesso. Il Nucleo conferma il parere positivo già dato sulla precedente versione dell'ordinamento e osserva che le attuali modifiche sono motivate dall'esigenza di razionalizzare l'offerta didattica, in linea con le nuove indicazioni ministeriali.

**Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni**

Il 2 febbraio 2015, presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università Roma Tre, si è svolto in modalità mista (in presenza e telematica) l'incontro con le organizzazioni rappresentative – a livello locale ed internazionale – della produzione, servizi, professioni nel settore dell'Ingegneria Biomedica. Sono stati contattati rappresentanti di enti di ricerca (Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto Superiore di Sanità, Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro), istituzioni operanti nell'ambito della tutela della Salute (Ospedale Pediatrico Bambino Gesù, Policlinico Gemelli, Policlinico Umberto I), Ordine degli Ingegneri, Associazioni di Categoria operanti nel settore della Sanità (Associazione Italiana Ingegneri Clinici), Aziende operanti nel Settore delle Tecnologie Biomediche in ambito locale, nazionale, ed internazionale (Biotronik, Boston Scientific, Cardionica, COSMED, Ginevri, Medtronic, St Jude). Sono state inoltre invitate le rappresentanze sindacali e quelle istituzionali a livello locale e regionale. In tale occasione è stata presentata la proposta di trasformazione ordinamentale del Corso di Laurea Magistrale in Bioingegneria, Classe LM21 - Ingegneria Biomedica come corso di studi "internazionale" ai sensi del DM 23 dicembre 2013, n. 1059 allegato A), con il nome Biomedical Engineering. La valutazione dei partecipanti sulla proposta di trasformazione è stata senz'altro positiva, anche in considerazione del riflesso occupazionale che la figura formata nell'ambito di tale corso può avere a livello internazionale. Tale giudizio è stato confermato anche dal riscontro avuto dalle istituzioni internazionali contattate (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid; Trinity College, Dublino; Universidad de Zaragoza, Saragozza; Harvard Medical School, Boston; Georg-August Universität, Göttingen) che hanno esplicitamente confermato il loro interesse. Di rilievo è la disponibilità delle diverse organizzazioni a mantenere un rapporto strutturato con l'Ateneo nell'ambito dello svolgimento delle attività didattiche, per fornire agli studenti e ai neo laureati la possibilità di migliorare e completare i propri percorsi formativi, attraverso le attività di tirocinio, stage formativi, e per lo svolgimento della prova finale.

**Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento**

Il giorno 29/01/2009 si è svolta la riunione del C.R.U.L., presenti: Prof. G. Fabiani, Pres. e M.R. dell'Univ. Roma Tre; Prof. G. Ignesti, in rapp.za del Vicepres. e M.R. della L.U.M.S.S.A.; Prof. R. Matteucci, in rapp.za del M.R. dell'Univ. La Sapienza; Prof. F. Salvatori, in rapp.za del M.R. dell'Univ. Tor Vergata; Prof. M. Mancini, M.R. dell'Univ. della Tuscia; Prof. P. Parisi, M.R. dell'Univ. degli Studi di Roma 'Foro Italico'; Prof. P. Vigo, M.R. dell'Univ. degli Studi di Cassino; Prof.ssa R. Borgia, in rapp.za del M.R. della L.U.I.S.S. 'Guido Carli'; Prof.ssa M. Dachà, in rapp.za del M.R. dell'Univ. 'Campus Bio-Medico'; Prof. F. Matte Bon, in rapp.za del M.R. della Libera Univ. degli Studi S. Pio V; Prof. P. Magistrelli, in rapp.za del M.R. dell'Univ. Cattolica del Sacro Cuore. I presenti alla riunione del Comitato hanno espresso unanimemente il seguente parere: 'Sulla base delle informazioni contenute nell'ordinamento didattico trasmesso e in particolare visti gli obiettivi formativi specifici e gli sbocchi occupazionali e professionali previsti, constatata la presenza del parere del Nucleo di Valutazione di Ateneo, preso atto della sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni, ed avendo analizzato infine come la proposta si inquadri positivamente in una azione che tende alla riorganizzazione dell'offerta formativa dei corsi universitari della Regione Lazio, il Comitato unanime approva'.

**Obiettivi formativi specifici del Corso**

Il Corso di Laurea Magistrale in Biomedical Engineering è finalizzato a formare un Dottore Magistrale che, padroneggiando un insieme di tecnologie e metodi di base comuni a più settori applicativi, sia in grado di progettare e gestire sistemi, impianti, apparati nel loro intero ciclo di vita, e di sviluppare servizi ad alto valore aggiunto per l'acquisizione, il trattamento, la trasmissione, e la diffusione di conoscenze associate alla tutela della salute e del benessere. A tal fine egli sarà in grado, a conclusione del percorso formativo, di svolgere attività di progettazione complessa ed attività direzionali di pianificazione, organizzazione, guida, coordinamento e controllo connesse con la produzione di beni e l'erogazione di servizi del settore biomedico, e delle tecnologie a tutela della salute e del benessere. A lui sarà quindi richiesto di risolvere, in modo economicamente efficiente e con un approccio multidisciplinare, problemi di pianificazione, progettazione, ingegnerizzazione, produzione e gestione di componenti, dispositivi, apparati, sistemi e servizi orientati al soddisfare le esigenze proprie delle società industriali avanzate in termini di salute e benessere. Al termine del ciclo di studi egli avrà consolidato una approfondita preparazione multidisciplinare basata sull'integrazione tra l'ingegneria dell'informazione, l'ingegneria industriale e le scienze della vita. In questo modo si vuole formare una figura professionale con competenze multidisciplinari necessarie per inserirsi nel variegato mondo del lavoro e delle professioni, che rappresenti il trait d'union paradigmatico tra le tecnologie avanzate e le problematiche della salute e del benessere, essendo in grado di: - sviluppare metodi quantitativi per lo studio dei sistemi biologici e fisiologici, nonché per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati, segnali ed immagini di interesse biologico e

medico; - progettare dispositivi e sistemi per la diagnosi, la terapia e la riabilitazione, organi artificiali e protesi, sistemi di supporto funzionale e ausili per disabili; - sviluppare metodologie di progettazione integrata materiali/componenti che si avvalgano anche dei più moderni approcci multi-scala fino alle nanotecnologie per la realizzazione di materiali e/o superficiali multifunzionali; - contribuire al miglioramento dell'assistenza sanitaria, nelle strutture pubbliche e private, organizzando una gestione delle apparecchiature biomediche che ne garantisca un impiego sicuro, corretto ed economico, oltre che alla progettazione di soluzioni impiantistiche e tecnologiche energeticamente sostenibili. - agire nel contesto internazionale di progettazione, realizzazione, produzione, gestione e manutenzione delle tecnologie biomediche. Per garantire quindi da una parte un approfondimento dei contenuti di impostazione metodologica per il rafforzamento delle conoscenze di natura scientifica e tecnica, e dall'altra la formazione di una figura professionale con una marcata connotazione interdisciplinare, il Corso di Laurea Magistrale si pone come obiettivo quello di garantire l'acquisizione autonoma e continua nel tempo di metodologie e tecniche che consentano di gestire l'innovazione tecnologica nelle diverse branche dell'Ingegneria Biomedica. Per raggiungere questi obiettivi, ad una formazione più specificatamente orientata alle materie caratterizzanti della classe nell'ambito dell'ingegneria biomedica, si accompagna un insieme di attività formative affini o integrative in specifici campi dell'ingegneria industriale e dell'informazione, e nelle scienze applicate al settore biomedico. La laurea magistrale in Biomedical Engineering si pone quindi come proposta attrattiva non solo per i laureati triennali in Ingegneria Biomedica, ma più in generale per tutti i laureati triennali provenienti dalla classe delle Lauree in Ingegneria Industriale e dell'Informazione interessati agli aspetti di applicazione nel vasto panorama dell'area biomedica.

### **Autonomia di giudizio**

Il dottore magistrale in Biomedical Engineering deve essere in grado di progettare e condurre con indipendenza indagini analitiche, attraverso l'uso di modelli e sperimentazioni anche complesse, sapendo valutare criticamente i dati ottenuti e trarne conclusioni. Sarà quindi in grado di assumere responsabilità decisionali autonome, e di partecipare al processo di decisione nel contesto tipicamente interdisciplinare dell'ingegneria biomedica. A tal fine, l'impostazione didattica prevede che nei corsi più avanzati la formazione teorica sia accompagnata da una componente progettuale, e da lavori individuali e di gruppo che sollecitino la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di elaborazione autonoma. Le capacità di giudizio autonomo, maturate durante tutto l'arco degli studi nei singoli insegnamenti, saranno valutate attraverso i vari esami di profitto, trovando un momento di consolidamento ed ulteriore verifica nel corso della prova finale di laurea magistrale, che consta di un progetto di ricerca di ampio respiro, che potrà essere svolto anche presso strutture esterne ed estere. Sotto la guida di un relatore accademico, eventualmente affiancato da un tutor aziendale, lo studente affronta in modo approfondito un problema complesso, al fine di proporre possibili soluzioni, selezionare ed implementare il metodo più efficace per risolvere il problema dimostrando di aver acquisito una autonomia di scelta ed una capacità progettuale basata sulla focalizzazione, verso esigenze specifiche, di conoscenze scientifiche, metodologiche, e tecnologiche interdisciplinari e multi-settoriali.

### **Abilità comunicative**

I laureati magistrali in Biomedical Engineering dovranno essere in grado di comunicare efficacemente ed interagire sulle tematiche di interesse con interlocutori specialisti e non specialisti. Questo obiettivo verrà perseguito tramite gli esami ed i possibili stage da svolgere in contesti aziendali o di ricerca. Inoltre, per sviluppare le abilità comunicative sia scritte che orali, nel corso di alcuni degli insegnamenti maggiormente caratterizzanti il corso di studi, sono previste attività seminariali svolte da gruppi di studenti su argomenti specifici di ciascun insegnamento, che prevedono la produzione di report scientifici. Le abilità comunicative saranno stimolate/verificate anche dalla presentazione, da parte dei vari componenti dei gruppi, dei report sulle attività che saranno discussi nell'ambito del gruppo-aula. La verifica dell'apprendimento avviene attraverso gli esami di profitto e l'esame finale di laurea. Gli esami prevedono prove scritte e/o colloqui orali in cui la capacità di espressione, corretta, chiara e sintetica costituisce un elemento di giudizio primario. La prova finale, infine, permette un'ulteriore opportunità di verifica delle capacità di analisi, elaborazione e comunicazione del lavoro svolto, in quanto prevede la discussione, innanzi ad una commissione, di un elaborato prodotto dallo studente su un'area tematica attraversata nel suo percorso di studi. Oggetto di valutazione in questo caso sono non solamente i contenuti dell'elaborato, ma anche le capacità di sintesi, comunicazione ed esposizione del candidato, e la giustificazione, anche dialettica, delle scelte effettuate.

### **Capacità di apprendimento**

Le capacità di apprendimento sono coltivate e verificate durante tutto l'iter formativo. Alla fine del percorso di studi il laureato magistrale deve possedere una capacità di apprendimento che gli consenta di affrontare in modo efficace le mutevoli problematiche lavorative connesse con l'innovazione tecnologica, essenziale nel campo della Bioingegneria. Infine deve saper riconoscere la necessità dell'apprendimento autonomo durante tutto l'arco della vita e avere la capacità di impegnarsi. Gli insegnamenti della laurea magistrale utilizzano metodologie didattiche che implicano la ricerca bibliografica autonoma, l'analisi e la risoluzione di problemi differenti e complessi, l'integrazione delle varie discipline e la discussione in gruppo e/o in contesti seminariali. Tali metodologie favoriscono l'acquisizione di competenze inerenti l'apprendimento, e l'adattamento a mutate condizioni tecnologiche e di mercato. Lo studente è, inoltre, sempre spinto a ricercare il materiale per la propria formazione, a trarne una sintesi, a provare le proprie capacità di soluzione dei problemi ed a esporre quanto appreso. L'acquisizione di tale capacità verrà verificata tramite i vari esami di profitto, e lo svolgimento della tesi di laurea, durante la quale lo studente si misura in maniera autonoma con la soluzione di un problema complesso.

### **Requisiti di ammissione**

L'accesso alla Laurea Magistrale avviene a partire dalle lauree triennali in Ingegneria dell'Informazione o Ingegneria Industriale (DM 509/99 e DM 270/04), secondo le modalità specificate nel Regolamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale, sulla base delle disposizioni contenute nel Regolamento Didattico di Ateneo. L'iscrizione di studenti con laurea triennale diversa da quelle specificate, o di Laurea conseguita in paese estero, sarà valutata sulla base del curriculum di studi dello studente. Le modalità con cui viene accertata la personale preparazione dello studente e l'individuazione delle eventuali carenze formative sono specificate nel Regolamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale. E' inoltre richiesto allo studente di essere capace di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in lingua inglese. Il riconoscimento dell'idoneità linguistica, come specificato nel Regolamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale, è effettuato sulla base del superamento di prove di verifica effettuate presso il Centro Linguistico di Ateneo di Roma Tre o dell'Ateneo di provenienza e sulla base della documentazione eventualmente prodotta dallo studente a riguardo.

### **Prova finale**

La prova finale di Laurea Magistrale in Biomedical Engineering consisterà nella redazione scritta di una relazione di sintesi critica relativa a uno o più progetti elaborati dallo studente nell'ambito delle attività formative dell'orientamento professionale seguito. Tale attività potrà essere svolta sia nei laboratori dell'Ateneo, sia presso aziende o enti di ricerca anche esteri con i quali sono attive convenzioni didattiche. L'esame finale verterà sulla discussione orale della relazione e del/i progetto/i presentati dal candidato.

## Dati di ingresso, di percorso e di uscita

**Modalità di analisi e dati a disposizione** Per l'analisi della situazione relativa ai dati di ingresso, di percorso e di uscita, si fa annualmente riferimento agli indicatori ANVUR, comprensivi del set minimo di indicatori selezionati in AVA 3. L'analisi dei risultati provenienti da tali fonti viene effettuata nelle consuete attività del riesame svolte annualmente dal gruppo di gestione AQ, e discussi nelle sedute del Consiglio di Collegio Didattico per la definizione di eventuali interventi migliorativi. Si premette che, tra tutti gli indicatori forniti, sono stati selezionati quelli che evidenziano chiari punti di forza, punti di attenzione e tendenze temporali significative. In tutti i casi sono sempre stati discussi e commentati confrontandoli con i corrispondenti indici medi geografici e nazionali.

**Sintesi dei risultati** Si registra un deciso calo dell'attrattività nel 2021, principalmente dovuto al notevole calo degli iscritti al primo anno. Il dato rafforza il calo di iscritti complessivi registrato nel precedente anno. Gli altri indicatori di attrattività non sono quindi soddisfacenti (ivi comprendendo quelli inter-ateneo ed internazionali), e portano di necessità a definire azioni decisive di incremento della stessa. Gli indicatori relativi alla durata della carriera, e, più in generale, alla valutazione della didattica, mostrano invece risultati soddisfacenti e in linea con il dato di area geografica e nazionale. Si mantengono molto soddisfacenti e superiori rispetto al dato di area geografica e nazionale gli indicatori relativi all'occupazione, come anche gli indicatori di soddisfazione: la totalità dei laureati lavora stabilmente a tre anni dal conseguimento del titolo di studio, e la percentuale di laureandi soddisfatti del corso si mantiene alta e superiore rispetto al dato di area geografica e nazionale. Sugli indicatori che fanno riferimento alla mobilità (attrattività inter-ateneo, internazionale, esperienze internazionali) pesa ancora l'effetto della pandemia, e, conseguentemente, delle restrizioni osservate nell'anno 2021-2022.

**Punti di forza:**

- Indicatori di durata in linea con il dato di area geografica e nazionale: percentuale di laureati entro la durata normale del corso (iC02) in crescita e allineato rispetto al dato nazionale.
- Indicatori di occupazione pienamente soddisfacenti e stabilmente superiori rispetto al dato di area geografica (iC07, iC07bis, iC07ter, iC26, iC26bis, iC26ter).
- Indicatori di soddisfazione pienamente soddisfacenti, e superiori rispetto al dato di area geografica e nazionale (iC18, iC25).
- Ore di docenza erogata da docenti assunti a tempo indeterminato sul totale delle ore di docenza erogata in aumento e superiore rispetto al dato di area geografica e nazionale (iC19).

**Punti di attenzione:**

- Numerosità di avvii di carriera non soddisfacente (iC00a); numerosità di iscritti in flessione (iC00d-e-f); dato il numero esiguo di avvii di carriera, questo è l'elemento principale sul quale concentrare le azioni di risposta.
- Indicatori di percorso di studio, in particolare per il passaggio al II anno, pur in linea con il dato di area geografica nazionale, in diminuzione: percentuale di studenti iscritti entro la durata normale del corso che abbiano acquisito almeno 40 CFU; percentuale di studenti iscritti che proseguono al II anno; anche avendo conseguito almeno 2/3 dei CFU previsti nell'a.s. (iC13, iC14, iC16BIS).
- Percentuale di studenti iscritti con precedente titolo di studio all'estero non soddisfacente (iC12), dato particolarmente rilevante data la lingua di erogazione del corso.

## Efficacia Esterna

**Modalità di analisi e dati a disposizione** Per l'analisi della situazione relativa all'ingresso dei laureati nel mondo del lavoro, si fa annualmente riferimento agli indicatori resi disponibili dall'Anagrafe Nazionale Studenti, in confronto con il dato nazionale e con quello di area geografica. A questi si accompagna l'analisi dei risultati provenienti dai questionari AlmaLaurea proposti ai laureati. L'analisi dei risultati provenienti da tali fonti viene effettuata nelle consuete attività del riesame svolte annualmente dal gruppo di gestione AQ, e discussi nelle sedute del Consiglio di Collegio Didattico per la definizione di eventuali interventi migliorativi.

**Sintesi dei risultati** Si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti dall'analisi dei dati precedentemente descritti, e relativi ai laureati 2021. Dai dati AlmaLaurea relativi ai laureati nell'anno solare 2021, posti a confronto con il dato nazionale relativo alla stessa classe di laurea, si evidenziano risultati soddisfacenti: pari all'85.7% per i laureati ad 1 anno, dato inferiore al dato nazionale 89.9% e piena occupazione a 3 anni dalla laurea, dato questo superiore al quello nazionale, 94.4%. Molto soddisfacente la retribuzione mensile netta, che risulta superiore al dato nazionale a 1 e 3 anni dalla laurea, come anche la soddisfazione per il lavoro svolto sempre superiore al dato nazionale. In questo contesto, risulta quindi efficace l'insieme di iniziative svolte per ottimizzare i rapporti tra la formazione accademica ed il mondo della professione, tra cui si segnala: - le attività seminariali del CdS che si sviluppano all'interno degli insegnamenti; - il coinvolgimento delle Aziende tramite l'istituto dei tirocini, fortemente gradito dagli studenti e sostenuto dal CdS nel corso delle varie offerte formative; - premi di laurea. I punti di cui sopra sono chiaramente punti di forza del CdS, poiché rappresentano per gli studenti occasioni che permettono loro di conoscere l'ambiente di lavoro e di valutare la possibilità di un loro inserimento in tale ambito.

## Orientamento in ingresso

Il Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica, struttura didattica competente per il presente Corso di Studio, svolge, in sinergia con il Dipartimento, intense attività di orientamento finalizzate sia all'incremento delle immatricolazioni sia a favorire lo sviluppo di una maggiore consapevolezza da parte degli studenti nel compiere scelte coerenti con le proprie conoscenze, competenze, attitudini e aspettative.

**Attività di coordinamento a livello di Ateneo e di Dipartimento** Il coordinamento è affidato all'Ufficio orientamento che elabora le attività di orientamento in entrata lavorando in stretta collaborazione con il Delegato del Rettore alle politiche di orientamento ed il GLOA (Gruppo di Lavoro per l'Orientamento di Ateneo). L'ufficio cura i rapporti tra le scuole medie superiori e l'Università Roma Tre, coordina e realizza attività rivolte agli studenti, come il progetto Autorientamento e le Giornate di Vita Universitaria e partecipa alle manifestazioni di orientamento realizzate presso l'Ateneo, come Orientarsi a Roma Tre o esterne come il Salone dello studente. Inoltre cura la redazione delle Guide dell'offerta formativa e il periodico di Ateneo, Roma Tre News. Tali attività sono mirate agli immatricolandi delle Lauree di primo livello ma forniscono anche informazioni sui percorsi completi, includendo le Lauree Magistrali e i relativi obiettivi formativi, percorsi e sbocchi professionali. I servizi di orientamento online messi a disposizione dei futuri studenti universitari sono nel tempo aumentati, tenendo conto dello sviluppo delle nuove opportunità di comunicazione tramite web. Inoltre, durante tutte le manifestazioni di presentazione dell'offerta formativa, sono illustrati quei siti web di Dipartimento, di Ateneo, Portale dello studente, etc., che possono aiutare gli studenti nella loro scelta.

**Attività di orientamento per il CdS a livello di Collegio Didattico** Il Collegio Didattico organizza con cadenza annuale una giornata di orientamento dedicata a illustrare ai potenziali studenti di Laurea Magistrale (studenti del secondo e terzo anno della Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica, di cui il Collegio Didattico è struttura didattica competente) i percorsi formativi successivi e quindi a fornire un supporto per l'orientamento consapevole dello studente verso le lauree di secondo livello pertinenti offerte dal Dipartimento, tra cui quella del presente CdS. Durante questi incontri, il coordinatore del Collegio Didattico e docenti di riferimento del CdS illustrano il regolamento didattico ed il manifesto fornendo una panoramica sugli insegnamenti comuni a tutti gli studenti, i percorsi didattici e le attività a scelta dello studente. E' inoltre fornito agli studenti materiale informativo a carattere divulgativo sotto forma di brochure che illustra le principali caratteristiche delle lauree e i relativi sbocchi professionali. L'attività di orientamento qui illustrata è affiancata dall'utilizzo del sito web del collegio didattico ove è data evidenza al Regolamento didattico. Il sito web è costantemente aggiornato e video esplicativi dei differenti percorsi sono pubblicati a beneficio dello studente.

## Orientamento e tutorato in itinere

Le attività di orientamento in itinere e il tutorato costituiscono un punto particolarmente delicato del processo di orientamento. L'organizzazione del CdS garantisce allo studente una certa autonomia e prevede il sostegno del corpo docente come ausilio alla scelta dei percorsi e all'organizzazione dello studio in generale. Gli studenti possono rivolgersi al Coordinatore e ai docenti di riferimento durante il loro percorso universitario, per avere informazioni generali sul CdS, sulle materie a scelta dello studente, sulla progettazione di un piano di studi individuale, sul tirocinio, sulla prova finale e sulle scelte post-laurea magistrale. In particolare, gli studenti possono rivolgersi al Coordinatore del Collegio Didattico o suoi delegati per problemi inerenti la loro carriera universitaria, per consigli sulle scelte da intraprendere (insegnamenti a scelta libera, piani di studio individuali), per difficoltà specifiche inerenti gli insegnamenti erogati in base ai requisiti curriculari posseduti, per altri tipi di problemi o difficoltà che possono insorgere. Il Coordinatore svolge azioni di assistenza e monitoraggio anche con l'ausilio dei rappresentanti degli studenti, finalizzate a rimuovere eventuali ostacoli ad una proficua frequenza dei corsi,

anche attraverso iniziative rapportate alle necessità, alle attitudini ed alle esigenze dei singoli. A livello individuale, l'attività di consulenza è svolta anche a livello di singolo docente del CdS e assicurata nell'ambito delle ore dedicate al ricevimento e al supporto degli studenti. Il CdS favorisce l'accessibilità al materiale didattico anche a studenti non frequentanti attraverso l'incentivazione all'impiego della piattaforma e-learning Moodle presente e disponibile per molti degli insegnamenti del CdS. Il Collegio Didattico promuove, di concerto con il Dipartimento e l'Ufficio Studenti con Disabilità e DSA, iniziative di supporto per gli studenti con Disturbi Specifici di Apprendimento (DSA) per mezzo di un efficace supporto metodologico-didattico, servizi di tutorato, e recependo le guide del vademecum per i docenti. Per studenti con disabilità, fornisce supporti tramite la biblioteca di area tecnologica. Inoltre, l'Ateneo, con l'obiettivo di ampliare i servizi in favore degli studenti, di contrastare il fenomeno dell'abbandono degli studi e di incrementare le performance didattiche degli studenti, ha elaborato un progetto per lo sviluppo delle attività di tutorato, didattico-integrative, propedeutiche e di recupero, mettendo a disposizione cospicue risorse finanziarie. Il progetto consiste nell'attivazione di un considerevole numero di assegni di tutorato ai sensi dell'art. 1 del D.L. n. 105/2003, per lo svolgimento delle seguenti attività, coordinate dai singoli Dipartimenti: a) supporto di tipo orientativo-amministrativo per favorire l'inserimento dei neo-isritti nell'ambiente universitario (ad es. interazione con gli uffici e fruizione dei relativi servizi, preparazione del piano di studi etc.); b) supporto alla preparazione e allo studio: assistenza agli studenti per il recupero degli obblighi formativi aggiuntivi (OFA), sostegno per l'acquisizione di idonei metodi di apprendimento in determinati insegnamenti ritenuti maggiormente selettivi (ad es. mediante esercitazioni, gruppi di studio, ripetizioni etc.). Gli assegni di tutorato sono conferiti a studenti seniores, già molto avanti negli studi, preferibilmente iscritti ai corsi di dottorato di ricerca o di laurea magistrale, in possesso di requisiti di merito stabiliti negli appositi bandi di reclutamento. A parità di merito prevale lo studente con situazione economico-reddituale minore. Tali studenti sono quindi in grado di fornire un servizio utile ai loro colleghi più giovani, mettendo a fattore comune l'esperienza già maturata nel corso della carriera accademica. Le attività svolte negli scorsi anni accademici hanno riscontrato ampio gradimento da parte dei Dipartimenti e gli stessi tutor hanno dichiarato di ritenere che le attività svolte sono state utili per i loro colleghi più giovani, con il raggiungimento degli obiettivi previsti.

### **Assistenza per lo svolgimento di periodi di formazione all'esterno ( tirocini e stage)**

Le attività di assistenza per tirocini e stage sono svolte dall'Ufficio Stage e Tirocini che promuove sia tirocini curriculari, rivolti a studenti e finalizzati a realizzare momenti di alternanza tra studio e lavoro con lo scopo di affinare il processo di apprendimento e di formazione; sia tirocini extracurriculari, rivolti ai neolaureati e finalizzati ad agevolare le scelte professionali e l'occupabilità. Per favorire una migliore gestione delle attività di tirocinio e stage, l'Ufficio si avvale di una piattaforma informatica – Gomp tirocini- creata in collaborazione con Porta Futuro Lazio. In tale piattaforma gli studenti e neolaureati possono accedere direttamente dal loro profilo GOMP del Portale dello Studente, con le credenziali d'Ateneo, e utilizzare il menù dedicato ai TIROCINI. Le aziende partner hanno l'opportunità di pubblicare inserzioni o ricercare contatti tra i cv presenti nel sistema, richiedendo ovviamente una preventiva autorizzazione al contatto per avere la disponibilità dei dati sensibili. Attraverso la piattaforma stessa si possono gestire le pratiche di attivazione dei tirocini curriculari ed extracurriculari regolamentati dalla regione Lazio sottoscrivendo le relative convenzioni e perfezionando i relativi Progetti Formativi. Le altre tipologie di tirocinio vengono gestite al di fuori della piattaforma (estero, post titolo altre Regioni...). Nel 2022 sono state attivate 769 nuove convenzioni per tirocini curriculari in Italia e 1731 tirocini curriculari, 106 convenzioni per tirocini extracurriculari e 47 tirocini extracurriculari, 28 convenzioni per l'estero e 16 tirocini all'estero. In un'apposita sezione della pagina Career Service del sito d'Ateneo vengono promossi gli avvisi pubblici per tirocini extracurriculari di enti pubblici quali ad esempio la Banca d'Italia, la Corte Costituzionale, la Consob e nella pagina tirocini curriculari del sito d'Ateneo le inserzioni per tirocini curriculari relative a bandi particolari o inserzioni di enti ospitanti stranieri non pubblicizzabili attraverso la piattaforma Gomp. Tali pubblicazioni vengono accompagnate da un servizio di newsletter mirato al bacino d'utenza coinvolto nelle inserzioni stesse. L'ufficio Stage e Tirocini svolge in particolare le seguenti attività: supporta l'utenza (enti ospitanti e tirocinanti) relativamente alle procedure di attivazione (che avvengono prevalentemente attraverso la piattaforma Gomp) e alla normativa di riferimento, oltre che telefonicamente e tramite e-mail, con orari di apertura al pubblico; cura i procedimenti amministrativi (contatti con enti ospitanti, acquisizione firme rappresentanti legali, repertorio, trasmissione agli enti previsti da normativa) di tutte le convenzioni per tirocinio e tutti gli adempimenti amministrativi relativi ai Progetti Formativi di tirocini curriculari ed extracurriculari (ad eccezione dei tirocini curriculari del dipartimento di Scienze della Formazione e del dipartimento di Scienze Politiche); cura l'archivio generale dei dati relativi ai tirocini attivati e ne fornisce report su richiesta (Ufficio statistico, Nucleo di Valutazione...) cura l'iter dei tirocini attivati attraverso la Fondazione Crui (Maeci, Scuole italiane all'estero - Maeci, Camera dei Deputati) e finanziati dal Miur e di convenzioni particolari con Enti pubblici (Quirinale); gestisce bandi per tirocini post titolo in collaborazione con Enti Pubblici (Banca d'Italia, Corte Costituzionale, Consob) curandone la pubblicizzazione, la raccolta delle candidature e la preselezione in base a dei requisiti oggettivi stabiliti dagli enti stessi; Gestisce le procedure di attivazione di tirocini che vengono ospitati dall'Ateneo, siano essi curriculari che formativi e di orientamento, post titolo, di inserimento /reinserimento (Torno Subito) o Erasmus +; partecipa a progetti finanziati da Enti pubblici quali Provincia, Regione e Ministero del lavoro a sostegno dell'inserimento nel mondo del lavoro.

### **Assistenza e accordi per la mobilità internazionale degli studenti**

L'Ateneo incentiva periodi di formazione all'estero dei propri studenti nell'ambito di appositi accordi stipulati con università estere, sia nell'ambito dei programmi europei promossi dalla Commissione Europea, sia in quello dei programmi di mobilità d'Ateneo. Gli studenti in mobilità internazionale ricevono un sostegno economico sia sotto forma di contributi integrativi alle borse comunitarie, sia col finanziamento di borse totalmente a carico del bilancio d'Ateneo per altre iniziative di studio e di ricerca. Per ogni iniziativa vengono pubblicati appositi Bandi, Avvisi, FAQ, Guide. Vengono garantiti un servizio di Front Office; assistenza nelle procedure di iscrizione presso le istituzioni estere, in collaborazione con le strutture didattiche che si occupano dell'approvazione del progetto di formazione; assistenza per le procedure di richiesta del visto di ingresso per mobilità verso Paesi extra-europei; contatto costante con gli studenti che si trovano all'estero e intervento tempestivo in caso di necessità. Tutte le attività di assistenza sono gestite dagli uffici dell'Area Studenti, che operano in stretta collaborazione con le strutture didattiche, assicurando monitoraggio, coordinamento delle iniziative e supporto ai docenti, anche nelle procedure di selezione dei partecipanti alla mobilità. Nel quadro degli obiettivi di semplificazione, le procedure di candidatura ai bandi sono state tutte informatizzate tramite servizi on line descritti nelle sezioni dedicate del Portale dello Studente (<http://portalestudente.uniroma3.it/>). Attraverso un'area riservata, gli studenti possono visualizzare i dati relativi alla borsa di studio assegnata e svolgere alcune azioni online quali l'accettazione o rinuncia alla borsa, la compilazione del progetto di studio (Learning Agreement) e la firma del contratto finanziario. Per gli aspetti di carattere didattico, gli studenti sono assistiti dai docenti, coordinatori dei programmi o referenti degli accordi, che li indirizzano alla scelta dei corsi da seguire all'estero e li assistono nella predisposizione del Learning Agreement. Il Centro Linguistico di Ateneo offre agli studenti la possibilità di approfondire la conoscenza della lingua straniera prima della partenza attraverso lezioni frontali e corsi in autoapprendimento. Gli studenti sono informati anche sulle opportunità di formazione internazionale offerte da altri Enti o Istituzioni accademiche. Oltre a pubblicare le informazioni sul proprio sito, vengono ospitati eventi dedicati in cui i promotori delle iniziative stesse e le strutture di Ateneo informano e dialogano con gli studenti. Tutte le iniziative di formazione all'estero vengono pubblicizzate nella sezione 'Mobilità Internazionale' del Portale dello Studente (<http://portalestudente.uniroma3.it/>), sui siti dei Dipartimenti e sul sito d'Ateneo (<http://www.uniroma3.it>), nonché diffuse attraverso i profili Facebook e Twitter dell'Area Studenti, dell'Ateneo e dei Dipartimenti.

### **B5e**

Sono stati stabiliti contatti con varie aziende del settore, tramite il portale Soul. Presso tali aziende gli studenti possono svolgere tirocini, che eventualmente possono continuare nello svolgimento della tesi. Allo stesso modo, sono attive convenzioni con varie università ed enti di ricerca ( INAIL, Istituto Superiore di Sanità, Università Cattolica Roma, Università Foro Italico, Roma) o Ospedali (Ospedale Pediatrico "Bambino Gesù", Ospedale "Spallanzani" INMI, Ospedale "S. Camillo") per attività sperimentali, tirocini e stage sul campo e tesi. la percentuale degli studenti che hanno svolto tirocinio è più alta (90%) rispetto alla media di Roma Tre..



## Accompagnamento al lavoro

**Iniziative di accompagnamento nel percorso formativo** Per quanto concerne l'orientamento in uscita, allo scopo di favorire l'interazione col mondo del lavoro, il CdS ha reso obbligatoria l'attività di tirocinio presso laboratori del Dipartimento, aziende e imprese (generalmente del territorio, ma a volte anche all'estero) con 6 CFU.

**Iniziative di Ateneo** L'Ufficio Job Placement favorisce l'incontro tra la domanda e l'offerta di lavoro attraverso numerosi servizi descritti nella sezione del sito di Ateneo dedicata al Career Service - Università Roma Tre ([uniroma3.it](http://uniroma3.it)) Il Career Service si rivolge agli studenti, ai laureati, alle imprese, alle istituzioni come punto di informazione e di accesso ai numerosi servizi offerti da Roma Tre nell'ambito dell'orientamento professionale, dei tirocini extracurricolari, del placement e intermediazione tra domanda e offerta di lavoro, del sostegno alle start up e all'autoimprenditorialità, del potenziamento dell'occupabilità degli studenti. Attraverso il Career Service viene presentato, suddiviso per macro aree tematiche, il complesso delle attività che fanno capo a diversi uffici dell'Ateneo, nonché è possibile consultare tutte le iniziative dipartimentali in materia di placement e le iniziative che Roma Tre sviluppa in accordo con soggetti esterni pubblici e privati al fine di arricchire continuamente l'offerta di opportunità e servizi proposta a studenti e laureati. Nel corso del 2022 le attività di accreditamento delle aziende per la stipula delle convenzioni per i tirocini sono state svolte interamente sulla piattaforma GOMP. Le aziende accreditate durante l'anno sono state 912. Nella pagina del Career Service dedicata alle opportunità di lavoro sono state pubblicizzate 126 offerte di lavoro (tutte riguardanti contratti di lavoro subordinato) e nel corso dell'anno sono state inviate 110 newsletter mirate, indirizzate a studenti e laureati. Sempre nella direzione di favorire l'incontro tra domanda ed offerta Roma Tre conferma l'adesione al Consorzio AlmaLaurea ([www.almalaurea.it](http://www.almalaurea.it)). Nel corso dell'anno sono stati realizzati dall'ufficio Job Placement 8 incontri con le aziende. In particolare si segnalano le seguenti iniziative: Recruiting Day con Generali, su Microsoft Teams Progetto Disegna il tuo Futuro - Portolano Cavallo Studio Legale, su Microsoft Teams Future Shaper Graduate Program – TeamSystem, su Microsoft Teams Recruiting Day in presenza con FIELMAN, evento riservato a studenti e laureati in Ottica e Optometria Recruiting Day in presenza con Pedevilla, evento riservato a studenti e laureati in Scienze e Culture enogastronomiche Deloitte presenta Lumina Academy per gli studenti e laureati dell'area umanistica, su Microsoft Teams Incontro in presenza con Salmoiraghi & Viganò, per gli studenti e laureati in Ottica e Optometria University Campaign: cosa significa essere un giovane avvocato in BonelliErede, evento in presenza dedicato agli studenti di Giurisprudenza Nell'ambito del progetto "Roma Tre incontra le aziende", progetto di Ateneo dedicato a rafforzare il legame del mondo universitario con le imprese grazie a una serie di appuntamenti dedicati agli Amministratori Delegati delle principali aziende leader in Italia e nel mondo sono stati realizzati incontri in presenza con Infratel Italia, ABACO Group e FICO Eatly World. Sebbene il matching diretto tra domanda ed offerta costituisca un importante strumento per i giovani laureati per entrare nel mondo del lavoro sono altresì necessari servizi di accompagnamento che consentano di riflettere e costruire il proprio orientamento professionale. In tale direzione proseguono le attività di Porta Futuro Rete Università, progetto della Regione Lazio-Laziodisco, in collaborazione con gli Atenei, che offre a studenti e laureati l'opportunità di crescere professionalmente, attraverso servizi di orientamento e di formazione, per posizionarsi al meglio sul mercato del lavoro. Si evidenzia che nel corso dell'anno 264 studenti si sono avvalsi del servizio di CV-Check, consulenza individuale erogata dagli operatori di Porta Futuro Lazio e finalizzata a revisionare il curriculum, verificando che esso contenga gli elementi di contenuto e normativi necessari per renderlo efficace ed in linea con il profilo professionale. Nel corso del 2022 Porta Futuro Lazio ha realizzato 264 seminari formativi per i quali si riportano di seguito alcuni degli argomenti trattati: Instagram marketing, Web Writing, Cyber Security, LinkedIn, Performance e OKR, Programmazione Neuro Linguistica Problem Solving, Intelligenza Emotiva. Su questa pagina è possibile consultare i servizi erogati da Porta Futuro Lazio Roma Tre - Università Roma Tre ([uniroma3.it](http://uniroma3.it)) Grazie all'accordo integrativo "Porta Futuro Lazio" sottoscritto in data 07/07/2022 l'Ufficio Job Placement ha implementato i propri servizi specialistici proponendo incontri finalizzati a sviluppare competenze trasversali e soft skills e ad acquisire validi strumenti di supporto all'inserimento lavorativo. Come previsto dall'accordo sono stati messi a disposizione di studenti e laureati il servizio di Colloquio di Orientamento Professionale di secondo livello ed il servizio di Bilancio di Competenze, entrambi i servizi specialistici sono stati erogati da personale altamente qualificato. Grazie alla collaborazione sinergica tra l'Ufficio Job Placement di Ateneo e lo sportello Porta Futuro Lazio di Roma Tre sono stati realizzati 33 laboratori, ognuno dei quali è stato articolato da un minimo di 4 ore ad un massimo di 30 ore realizzate su più giornate per un totale di 295 ore di attività. Alcuni laboratori sono stati ripetuti in molteplici edizioni dando così l'opportunità ad un vasto numero di utenti di prenderne parte. La promozione delle iniziative è stata svolta attraverso la pubblicazione nell'apposita sezione del Career service dedicata alla Formazione professionale e potenziamento dell'occupabilità - Università Roma Tre ([uniroma3.it](http://uniroma3.it)) e attraverso l'inoltro di numerose newsletter indirizzate a studenti e laureati. Nello specifico sono stati realizzati i seguenti laboratori in presenza: Fondamentali di Microsoft Excel (8 edizioni, 56 ore) Microsoft Excel – approfondimento funzioni e formule (4 edizioni, 18 ore Laboratori On line, su Microsoft Teams: Supporto redazione cv e colloquio di selezione in lingua spagnola (2 edizioni, 20 ore) Supporto redazione cv in lingua inglese (edizione unica, 13 ore) Simulazione del colloquio di selezione in lingua inglese (edizione unica, 13 ore) Apprendere a distanza con i Mooc (edizione unica, 25 ore) Il laboratorio biografico in funzione dell'emersione e della validazione delle competenze (edizione unica, 19 ore) Innovazione, impresa, lavoro e nuove competenze: in quale era siamo? (2 edizioni, 20 ore) Sviluppare competenze strategiche per lo studio e il lavoro" (2 edizioni, 19 ore) Forme di ingresso nel mercato del lavoro: relazioni di lavoro, contratti, trattamenti (4 edizioni, 64 ore) Tecniche di ricerca attiva del lavoro (3 edizioni, 12 ore) Simulazione del colloquio di lavoro (4 edizioni, 16 ore) Professionisti di elevata qualificazione si sono resi disponibili ad offrire a studenti e laureati la possibilità di intraprendere percorsi di orientamento professionale di II livello articolati in 3 incontri di un'ora ciascuno per un totale di 81 ore di attività. È stato possibile infine beneficiare del servizio di Bilancio di competenze nell'ambito del quale sono stati perseguiti i seguenti obiettivi: rafforzamento dell'empowerment individuale nella ricerca del lavoro o ulteriori opportunità formative; consolidamento di una progettualità matura nella ricerca del lavoro o ulteriori opportunità formative; miglioramento della conoscenza del mercato del lavoro nel cui orizzonte collocare la progettualità di ciascun partecipante all'attività di Bilancio di competenze. Le ore complessive dedicate al Bilancio di competenze sono state 210.

**Iniziative di Dipartimento** In seno al Dipartimento, durante l'anno accademico, sono organizzati eventi indirizzati a studenti e a professionisti: di particolare interesse è l'iniziativa 'CV at lunch' in cui alle aziende partecipanti viene fornito uno spazio per presentarsi e interagire con gli studenti al fine di possibili assunzioni.

## Eventuali altre iniziative

Si segnalano, tra le altre: - Organizzazione, a livello di Dipartimento, di eventi di interesse generale per gli studenti e per i professionisti, quali Codemotion, Data Drive Innovation, NetCampus che coinvolgono esperti provenienti da tutto il mondo. - Attivazione, per tutti i CdS del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica, cui questo CdS fa riferimento, di seminari condotti da Rappresentanti dell'Industria che illustrano problemi, soluzioni e prospettive di attività in campo industriale. Tra questi seminari sono compresi anche quelli riguardanti i settori di interesse della LM-21. - Ai fini di favorire l'orientamento in uscita, sono inoltre organizzate in Dipartimento giornate di incontro con le Aziende (CV at Lunch e Carrer Day: il DIEM incontra le aziende) volte a presentare agli studenti le principali aziende operanti nei settori di interesse del Dipartimento e permettere una interazione con i rappresentanti delle Aziende coinvolte.

## Opinioni studenti

**Metodo di analisi e dati a disposizione** Per analizzare l'esperienza dello studente, sono stati presi in considerazione i risultati in forma aggregata dei questionari relativi alle opinioni degli studenti (Opis) messi a disposizione dall'Ateneo, e qui riportati in allegato. I risultati dei questionari degli studenti vengono regolarmente discussi nei Consigli di Collegio Didattico per quanto riguarda problemi di carattere generale (p.es., quelli riguardanti l'organizzazione didattica del CdS), mentre problemi specifici, riguardanti singoli docenti, vengono affrontati direttamente dal Coordinatore con le persone interessate. Tale attività è anche alla base del riesame svolto annualmente per le attività di monitoraggio ed autovalutazione del CdS. È opportuno evidenziare, che la didattica dell'AA 2021-2022 si è svolta in modalità mista a seguito della situazione pandemica. Opportuni quesiti sono stati somministrati agli studenti per valutare la qualità e le eventuali criticità del processo di erogazione dei corsi a distanza e delle attività di supporto agli studenti da parte dei docenti

**Sintesi dei risultati** Nell'AA 2021-2022, le opinioni espresse dagli studenti del corso di laurea magistrale in Biomedical Engineering mostrano un buon livello di soddisfazione, in quanto i valori medi dei giudizi espressi sono positivi e migliori dei dati di Dipartimento ed in linea con quelli di

Ateneo. Con riferimento alle opinioni degli studenti frequentanti, si rileva un livello di soddisfazione molto elevato relativamente al materiale didattico proposto ed un buon livello di soddisfazione per quanto riguarda le conoscenze preliminari richieste e l'adeguatezza del carico didattico. Estremamente positive le opinioni degli studenti relative al corpo docente, con particolare riferimento alla chiarezza espositiva, alla capacità del docente di stimolare interesse, e all'insegnamento nel suo complesso, con percentuali di soddisfazione che si attestano al di sopra del 90%. Con riferimento alle opinioni degli studenti non frequentanti, si rileva un livello di soddisfazione sufficiente relativamente al materiale didattico proposto, un buon livello di interesse riguardo gli argomenti trattati nel corso e un livello di soddisfazione buono relativamente al corso nel suo complesso. In generale il livello di soddisfazione è inferiore rispetto agli studenti frequentanti ma in linea con i dati di Dipartimento e di Ateneo. Con riferimento alla didattica a distanza, le opinioni degli studenti evidenziano l'adeguatezza delle infrastrutture tecnologiche di Dipartimento e la capacità dei docenti di utilizzare le nuove modalità di didattica e di interazione con gli studenti a distanza sia per la docenza che per il ricevimento, con percentuali di soddisfazione relativamente alla didattica erogata a distanza pari all'85% e in relazione alle soluzioni tecnologiche adottate pari al 93%. In sintesi, l'analisi effettuata sulle opinioni degli studenti mette in evidenza lo stato di buona salute del CdS. Il Coordinatore del Collegio Didattico, dall'analisi dei questionari degli studenti relativi ai singoli corsi ha comunque individuato qualche criticità che si propone di analizzare con i docenti dei corsi interessati allo scopo di enucleare le problematiche e individuare le relative soluzioni. Gli esiti della valutazione della didattica relativa all'AA 2021-2022 sono riportati integralmente nel file allegato.

### Struttura organizzativa e responsabilità a livello di Ateneo

La struttura organizzativa e le responsabilità a livello di Ateneo in relazione al Sistema di Assicurazione della Qualità (SAQ) sono illustrate nel Manuale della Qualità, in cui sono definiti i principi ispiratori del SAQ di Ateneo, i riferimenti normativi e di indirizzo nei diversi processi di Assicurazione della Qualità (AQ), le caratteristiche stesse del processo per come sono state declinate dall'Ateneo, nonché i ruoli e le responsabilità definite a livello centrale e locale.

### Organizzazione e responsabilità della AQ a livello del Corso di Studio

**Strutture** Il sistema di AQ del CdS fa in parte riferimento alla struttura del sistema AQ di Dipartimento (Consiglio di Dipartimento, Giunta, Commissione Didattica, Commissione Paritetica Docenti-Studenti, Responsabile AQ per la Didattica), in parte alla struttura locale (Collegio didattico di Ingegneria Elettronica, Gruppo del Riesame del CdS). La struttura del sistema AQ di Dipartimento, e la sua articolazione nel Collegio didattico di Ingegneria Elettronica, cui questo CdS fa riferimento, è descritta al link sotto riportato. Da tale pagina è anche possibile scaricare la documentazione prodotta dai diversi attori nel processo AQ negli ultimi anni. Nel seguito, inoltre, è riportato il ruolo di ciascun attore nel processo di AQ del CdS: - Consiglio di Dipartimento: approva annualmente l'offerta formativa del CdS, coordinando le risorse necessarie a realizzare le attività connesse all'offerta formativa. Discute la relazione della Commissione Paritetica, ed invia agli organi centrali di ateneo le relazioni della Commissione Paritetica e del Gruppo di Riesame coinvolto. Per l'istruttoria di tali attività si può avvalere degli organi di Dipartimento di interesse (Giunta, Commissione Didattica). Approva l'offerta formativa predisposta dal Collegio Didattico per la successiva compilazione della SUACdS. Gestisce il processo dell'intero flusso informativo relativamente all'assicurazione della qualità. - Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica: valuta, sistematicamente, i risultati ottenuti dal CdS, verificando periodicamente l'andamento delle attività formative, provvedendo a predisporre dati per l'analisi e la risoluzione di criticità che si dovessero riscontrare nel corso dell'anno. Analizza approfonditamente, discute e approva i risultati presentati nel rapporto annuale del riesame, realizzando, per quanto di propria competenza, le azioni volte al conseguimento degli obiettivi realizzativi ivi descritti. Invia al Dipartimento la relazione del Gruppo del Riesame, dopo discussione ed approvazione in sede di consiglio. Predisponde l'offerta formativa da presentare in SUACdS, coordinando i programmi dei singoli insegnamenti. Nella figura di un gruppo ristretto al suo seno, e sotto la direzione del Coordinatore del CdS, compila annualmente la SUA-CdS sulla base di quanto approvato dal CdD. - Commissione Paritetica Docenti-Studenti di Dipartimento: valuta, in diverse sedute annuali, i risultati dell'offerta formativa del CdS, sulla base di dati statistici messi a disposizione dall'ateneo, o disponibili pubblicamente, e sulla base di segnalazioni provenienti dalle diverse componenti della commissione paritetica stessa. In tale analisi identifica punti di forza e aree di miglioramento del CdS, proponendo possibili soluzioni. Trasmette al Dipartimento, e agli organi centrali tali risultanze. - Gruppo di Riesame del CdS, composto dal Coordinatore del CdS ed un gruppo di lavoro per l'AQ del CdS, che include un rappresentante degli studenti in Consiglio di Collegio Didattico, realizza il processo di autovalutazione del CdS, per il riesame annuale e ciclico. Nel caso di riesame annuale si riunisce in diverse sedute per l'analisi dei dati e le informazioni messe a disposizione dal Presidio della Qualità attraverso la piattaforma di Ateneo, utilizzando le piattaforme note a livello nazionale per il confronto dei risultati ottenuti rispetto al panorama regionale e nazionale, e analizzando le segnalazioni provenienti dalla relazione della Commissione Paritetica di Dipartimento. Individua punti di forza del CdS ed aree di miglioramento, identificando obiettivi realizzativi, ed azioni volte al loro raggiungimento. Ove possibile, individua anche parametri utili per il monitoraggio delle azioni messe in atto, e tempistiche di intervento. Il Gruppo di Riesame compila quindi il Rapporto Annuale del Riesame, che trasmette al Collegio Didattico per la discussione comune. In caso di riesame ciclico, effettua un'analisi più approfondita dei dati, con specifico riferimento agli andamenti pluriennali dei parametri contenuti nelle diverse piattaforme a disposizione, e valutando l'efficacia di quelle azioni di miglioramento che hanno effetti sul medio periodo. Verifica l'adeguatezza dell'offerta formativa rispetto agli obiettivi formativi riportati nel Piano Strategico di Ateneo per la Didattica, e predisponde azioni correttive volte all'adeguamento delle stesse. **Strumenti** Per l'analisi dell'efficacia degli obiettivi formativi e del percorso formativo, vengono utilizzate le piattaforme disponibili online a livello di ateneo attraverso l'Ufficio Statistico di Ateneo (<http://asi.uniroma3.it/moduli/ava/>), i dati AlmaLaurea (<http://www2.almalaurea.it/cgi-php/lau/sondaggi/intro.php>), e le risultanze provenienti da attività di somministrazione di questionari effettuati anche da docenti in forma coordinata per gli insegnamenti dei primi anni. Altri dati a disposizione sono quelli provenienti dal sistema di questionari online per studenti, docenti, e strutture coinvolte. **Organizzazione e gestione delle attività di formazione** La formazione in ambito di AQ è curata soprattutto attraverso incontri cadenzati con il Presidio di Qualità dell'Ateneo, per recepire indicazioni di carattere operativo sulle procedure AVA, e per la stesura delle relazioni di interesse nel processo AQ (Scheda di Monitoraggio Annuale, Rapporto del Riesame Ciclico, Relazione della Commissione Paritetica Docenti-Studenti). I diversi attori operanti nel sistema AQ del CdS sono inoltre impegnati in attività di formazione esterna attraverso la partecipazione a corsi di formazione organizzate dai soggetti istituzionali coinvolti a livello nazionale (CUN, CRUI, ...). **Sorveglianza e monitoraggio** Sia in ambito di CdS che di Dipartimento sono numerose le occasioni di riflessione riguardanti l'efficacia dei processi messi in atto per l'AQ e l'operatività delle azioni di miglioramento proposte nei RAR prodotti e discusse nelle relazioni delle Commissioni Paritetiche. Inoltre, con cadenza definita dal Nucleo di Valutazione di Ateneo, il Dipartimento è coinvolto in una serie di incontri (audizioni) che hanno l'obiettivo di fornire supporto all'attuazione di una politica di miglioramento della qualità della didattica dei CdS. Si sottolinea infine che a livello dipartimentale, nell'ambito delle attività della Commissione Didattica di Dipartimento, vengono effettuati incontri periodici tra il Responsabile AQ per la didattica del Dipartimento ed i coordinatori dei CdS. Tali riunioni sono programmate in corrispondenza dei Consigli di Dipartimento e quindi si effettuano solitamente con cadenza mensile. Nell'ambito di tali incontri vengono costantemente monitorate le azioni messe in atto in ambito di AQ e discusse eventuali criticità di carattere operativo. **Programmazione dei lavori** Tipicamente, il processo di AQ è garantito da una serie di attività di analisi, e di progettazione, svolte dai diversi attori coinvolti nel processo. Il gruppo del riesame e la commissione paritetica concentra l'attività di analisi dei dati nell'autunno successivo all'anno accademico, individuando nel mese di dicembre le azioni di miglioramento che verranno messe in atto con l'approvazione della nuova offerta formativa della primavera successiva. Sono comunque previste riunioni del Gruppo del Riesame anche durante gli altri periodi per monitoraggio continuo e pianificazione a medio-lungo termine. Per una descrizione più dettagliata delle attività AQ svolte a livello Dipartimentale, si può fare riferimento al link inserito.

### Opinioni dei laureati

**Modalità di analisi e dati a disposizione** Per analizzare l'esperienza dei laureati, sono utilizzati annualmente i dati AlmaLaurea relativi al profilo dei laureati. I risultati dei questionari AlmaLaurea sono regolarmente discussi nei Consigli di Collegio Didattico e vengono analizzati nelle varie attività di riesame svolte annualmente per il monitoraggio e l'autovalutazione del CdS. Al link presente è possibile analizzare la sintesi dei risultati, relativamente

all'anno solare 2021, ultimo dato disponibile del consorzio AlmaLaurea. <strong>Sintesi dei risultati</strong> La soddisfazione dei laureandi è molto buona: il 94.1% dei laureati che ha risposto alla domanda sulla soddisfazione complessiva ha indicato una soddisfazione complessiva positiva; il dato, anche per le singole voci di dettaglio (organizzazione degli esami, rapporti con i docenti, adeguatezza di aule, laboratori, biblioteche), è molto buono, e sempre migliore del dato nazionale nella stessa classe.

### **Opinioni enti e imprese con accordi di stage / tirocinio curriculare o extra-curriculare**

Un punto di forza del CdS è sicuramente il forte legame esistente con le Aziende del settore, tramite l'istituto dei Tirocini. Inoltre, sono promossi per tutti i corsi di studi relativi al CCD in Ingegneria Elettronica e verranno ulteriormente potenziati seminari condotti da Rappresentanti di Enti di ricerca e dell'Industria al fine di illustrare problemi, soluzioni e prospettive di attività in campo di ricerca e sviluppo. Tra questi seminari sono compresi in modo particolare anche quelli riguardanti i settori tematici della Laurea Magistrale LM-21 in Biomedical Engineering. Dall'a.a. 2015/16, l'Internazionalizzazione del CdS è un fattore di maggiore possibilità occupazionale in un mondo produttivo sempre più globalizzato e delocalizzato. Inoltre, l'internazionalizzazione permette l'accesso a una vasta platea di studenti proveniente anche da paesi europei ed extra-europei che accresce gli scambi culturali con altre nazioni, creando le premesse per fattive collaborazioni occupazionali degli studenti e di collaborazione nel settore della ricerca applicata con i paesi emergenti.

### **Programmazione dei lavori e scadenze di attuazione delle iniziative**

La programmazione dei lavori e la definizione delle principali tempistiche per le attività di gestione dei corsi di studio e per l'assicurazione della qualità sono ogni anno deliberate dal Senato Accademico, ai sensi del Regolamento didattico di Ateneo, su proposta degli uffici e del Presidio della Qualità. La definizione di tale programma è correlata alle modalità e alle tempistiche stabilite annualmente dal pertinente provvedimento ministeriale, in accordo con le indicazioni dell'ANVUR. L'Ateneo intende seguire un programma di lavoro adeguato alla migliore realizzazione delle diverse azioni previste dalla procedura di AQ. Pertanto, per l'anno accademico di riferimento, si opera secondo le modalità e tempistiche definite nel documento qui allegato. Ulteriori modalità e tempistiche di gestione del corso di studio, specificamente individuate per il funzionamento del corso stesso, sono indicate nel Regolamento didattico del corso, consultabile tramite il link riportato qui di seguito.

### **Riesame annuale**

Il CdS rivide periodicamente la propria offerta formativa sulla base delle procedure di autovalutazione, valutazione e accreditamento previste dalla normativa vigente. Il processo di riesame del CdS procede come segue: - Il riesame del CdS viene istruito da un Gruppo di Lavoro dell'organo collegiale per il CdS composto da rappresentanti dei docenti, degli studenti e del personale tecnico-amministrativo che operano nel CdS. - Il Gruppo di Lavoro produce una prima stesura della Scheda di Monitoraggio Annuale (SMA), tenendo anche conto delle relazioni annuali elaborate dalla Commissione paritetica docenti-studenti del Dipartimento. - La SMA è discussa ed approvata dall'organo collegiale del CdS, per la successiva approvazione in Consiglio di Dipartimento e trasmissione all'Ufficio Didattica. La documentazione prodotta dal sistema AQ e direttamente riferita al CdS sotto esame (Rapporti di Riesame Ciclico, Relazioni annuali della Commissione Paritetica Docenti-Studenti, Schede SUA-CdS) è raggiungibile dal portale di Assicurazione di Qualità del dipartimento raggiungibile dal link indicato. Per una visione più completa delle attività di riesame svolta dal CdS, si allega anche un ulteriore documento pdf che contiene l'ultimo Rapporto di riesame ciclico, che include esplicitamente il confronto con analoghi CdS comparabili per finalità didattiche e area geografica, nonché gli esiti delle più recenti consultazioni con le parti interessate che hanno fornito utili indicazioni sui percorsi formativi da un punto di vista lavorativo e aziendale.

### **Il Corso di Studio in breve**

Il Corso di Laurea Magistrale in Biomedical Engineering (LM-21) erogato dal Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi Roma Tre è finalizzato al conseguimento del titolo di studio universitario nella classe corrispondente. Il corso è 'internazionale' ai sensi del DM 23 dicembre 2013 n. 1059 allegato a) essendo erogato, a partire dall'A.A. 2015-2016, integralmente in lingua inglese. Il Corso di Laurea mira a formare un Ingegnere che, padroneggiando un insieme di tecnologie e metodiche di base comuni a più settori applicativi, sia in grado di progettare e gestire sistemi, impianti, apparati nel loro intero ciclo di vita, e di sviluppare servizi ad alto valore aggiunto per l'acquisizione, il trattamento, la trasmissione, e la diffusione di conoscenze associate alla tutela della salute e del benessere. Il campo della Bioingegneria ha conosciuto negli ultimi decenni un notevolissimo sviluppo, rendendo necessaria un'integrazione di diverse competenze, per affrontare problematiche che spaziano dalla genomica alle nanotecnologie, dall'ingegneria clinica alla biorobotica, alla neuroingegneria alle tecniche di riabilitazione. E' pertanto necessario che un Bioingegnere possieda un insieme di competenze che gli permettano successivamente di approfondire i diversi campi di applicazione. Il corso di studi prevede quindi un corposo nucleo di insegnamenti comuni nell'ambito dell'ingegneria biomedica, e delle discipline che trovano applicazione nell'ambito delle scienze biomediche. A questo insieme di insegnamenti si accompagna la presenza di insegnamenti che permettono ai laureandi di approfondire le competenze negli ambiti propri dell'ingegneria e delle sue applicazioni in ambito biomedico. Per favorire la formazione in lingua delle competenze in questo ambito, oltre all'erogazione integrale in lingua inglese, sono state siglate convenzioni con Università Estere, finalizzate all'utilizzo di docenti provenienti da tali istituzioni per l'erogazione di un sottoinsieme degli insegnamenti erogati. Per tutti gli studenti è prevista attività di tirocinio presso i laboratori del Dipartimento, o presso enti o aziende esterne in ambito nazionale od internazionale, presso i quali è anche poi possibile svolgere il lavoro di prova finale.

### **Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione - Scheda SUA**

Validazione dei requisiti di docenza ai fini dell'attivazione dei corsi di studio accreditati ai sensi dell'art. 4, comma 3 del DM 987/2016: Il Nucleo di Valutazione, sulla base dei dati forniti dai singoli corsi di studio e dal MIUR, e inseriti nella scheda SUA-CdS, ha verificato la coerenza fra i requisiti di docenza richiesti dalla normativa e la consistenza degli iscritti ai singoli corsi.

### **Modalità e svolgimento della prova finale**

La prova finale verte sulla discussione orale della tesi di laurea. La Commissione per l'esame finale è composta da almeno cinque Docenti. La modalità di nomina delle commissioni è contemplata nel Regolamento Didattico di Ateneo. I criteri orientativi per la valutazione della prova finale di laurea e dell'intero curriculum degli studi ai fini della determinazione del voto finale sono definiti nel Regolamento per la prova finale (allegato). Ai fini dell'ammissione all'esame di laurea, lo studente dovrà fare riferimento al Regolamento qui allegato nonché alle scadenze e alle modalità di presentazione della domanda di conseguimento titolo pubblicate sul Portale dello Studente.

### **Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Consultazioni successive)**

Il Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica, istituito all'interno del Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica dell'Università degli Studi Roma Tre, è la struttura didattica competente del CdS, e cura la consultazione con le parti interessate, di concerto con gli organi direttamente impegnati in questo processo a livello Dipartimentale e centrale. In particolare, per l'interlocuzione con le parti interessate, il CdS si avvale di numerose iniziative presenti a livello di Ateneo, a cui si accompagna la consultazione effettuata dai docenti del collegio con i rappresentanti della realtà del mondo produttivo e della professione. Inoltre, le parti interessate ai profili culturali e professionali in uscita (studenti, docenti, organizzazioni scientifiche e professionali, esponenti del mondo della produzione) sono state consultate direttamente, anche attraverso le consuete attività di raccordo con il mondo professionale organizzate in maniera sistematica o dal Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica (a titolo esemplificativo e non esaustivo: Ingegneria 2025, Roma Tre incontra le aziende).

### **Modalità e di ammissione**

È richiesto il possesso della laurea triennale nelle Classi dell'Ingegneria dell'Informazione o Ingegneria Industriale (di cui al D.M. 509/1999 o D.M. 270/2004) o laurea in Ingegneria conseguita secondo il Preesistente Ordinamento (ante D.M. 509/1999). Possono presentare domanda anche i laureandi che prevedono di conseguire il titolo entro la data indicata sul Bando per l'ammissione ai corsi di Laurea Magistrale. La domanda preliminare, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta entro la data di scadenza riportata sul bando per via telematica seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e quelle riportate sul bando per la consegna della documentazione; gli studenti provenienti da altri Atenei dovranno inoltre necessariamente far pervenire i programmi degli insegnamenti i cui esami sono stati superati, mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata alla Segreteria del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica. Per accedere proficuamente al Corso di Laurea Magistrale Biomedical Engineering è necessario che: - lo studente conosca adeguatamente gli aspetti metodologici e operativi delle scienze di base, di quelle caratterizzanti e di quelle affini proprie dell'ingegneria dell'informazione (classe L-8 del DM 270/04 delle lauree in 'Ingegneria dell'informazione' e classe 9 del DM 509/99) o dell'ingegneria industriale (classe L-9 del DM 270/04 delle lauree in 'Ingegneria Industriale' e classe 10 del DM 509/99); - lo studente sia in possesso di una certificazione che attesti il conseguimento di almeno il livello B2 (o equivalente) relativo alla conoscenza della lingua inglese in cui gli insegnamenti sono erogati per poter sostenere i relativi esami di profitto. In relazione al percorso didattico pregresso non sono previsti crediti formativi aggiuntivi per i laureati delle classi di Laurea in Ingegneria dell'Informazione ed Ingegneria Industriale e per tutti i laureati, che rispettino i requisiti minimi come disposto dal decreto D.M. del 4 agosto 2000 e dal decreto D.M. n.157 del 16 marzo 2007 del MUR per la classe delle Lauree in Ingegneria dell'Informazione e per la classe delle Lauree in Ingegneria Industriale. Nel caso in cui lo studente, laureato nella classe prevista, abbia conseguito competenze differenti da quelle prese a riferimento nella progettazione del presente Corso di Laurea Magistrale, ma sia in grado di raggiungere i previsti obiettivi formativi con un percorso di studi personalizzato di 120 CFU, l'accesso è consentito con l'obbligo di seguire un piano di studi individuale, coerente con il percorso formativo del Corso di Laurea Magistrale Biomedical Engineering. Per i laureati in classi diverse da quelle precedentemente indicate, potranno essere individuate competenze necessarie che saranno valutate per ogni singolo caso in relazione al percorso didattico presentato. La verifica delle competenze è effettuata sulla base del curriculum del candidato ed eventualmente accertata tramite un colloquio. La eventuale acquisizione di tali competenze dovrà avvenire con l'iscrizione a corsi singoli e con il superamento dei relativi esami prima dell'immatricolazione, e comunque entro il 28 febbraio di ciascun anno.

### **Descrizione sintetica delle attività e affini e integrative**

Alle attività formative affini e integrative vengono attribuiti da un minimo di 42 fino ad un massimo di 51 CFU all'interno del percorso formativo della Laurea Magistrale in Biomedical engineering – D.M. 270/2004 (LM21). Gli insegnamenti previsti hanno l'obiettivo di fornire agli studenti le conoscenze di contesto sulla biofisica e la fisiologia e sulla chimica dei biomateriali, prevedono un approfondimento delle conoscenze sull'ingegneria clinica, sull'elettromagnetismo avanzato, sul trattamento ed elaborazione dei segnali, e possono prevedere l'ampliamento delle conoscenze sulla elettronica programmabile, sulla biometria, e sulle applicazioni dell'elettromagnetismo in ambito biomedico. L'offerta di tali attività affini e integrative permette alle studentesse e agli studenti di arricchire il proprio percorso di studio in una prospettiva interdisciplinare, in ottemperanza a quanto previsto dagli obiettivi specifici del Corso di Laurea Magistrale in Biomedical engineering, e tenendo conto delle esigenze professionalizzanti di ciascuno. Tali attività consentono inoltre di ampliare significativamente l'orizzonte culturale degli studenti e delle studentesse Corso di Laurea Magistrale in Biomedical engineering, contribuendo a garantire una formazione quanto più possibile trasversale.

## Offerta didattica

### Primo anno

#### Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810247 - BIOMATERIALS</b>	C	CHIM/07	9	72	AP	ENG
<b>20810246 - BIOPHYSICS AND HUMAN PHYSIOLOGY</b>	C	BIO/09	9	72	AP	ENG
<b>20810022 - FUNDAMENTALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING</b>			0	0		
FUNDAMENTALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING (MODULE 1)	B	ING-INF/06	6	48	AP	ENG
FUNDAMENTALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING (MODULE 2)	B	ING-INF/06	6	48		
<b>20810011 - SIGNAL PROCESSING FOR BIOMEDICAL ENGINEERING</b>	C	ING-INF/03	6	48	AP	ENG

#### Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810014 - ADVANCES IN BIOMEDICAL ENGINEERING</b>	B	ING-INF/06	6	48	AP	ENG
<b>20810012 - BIOMEDICAL DATA PROCESSING</b>	B	ING-INF/06	9	72	AP	ENG
<b>20810013 - NEURAL ENGINEERING</b>	B	ING-INF/06	6	48	AP	ENG

### Secondo anno

#### Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810015 - BIOMECHANICS</b>	B	ING-INF/06	9	72	AP	ENG
<b>20810016 - CLINICAL ENGINEERING</b>	C	ING-IND/12	9	72	AP	ENG
<b>20810017 - MEDICAL DEVICES AND SYSTEMS</b>	B	ING-INF/06	9	72	AP	ENG
<b>Gruppo opzionale: AD A SCELTA</b>	D					

**Secondo semestre**

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810338 - ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS</b>	C	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>Gruppo opzionale: AD A SCELTA</b>	D					
<b>20802015 - TIROCINIO</b>	F		6	150	I	ENG
<b>20810422 - PROVA FINALE DI LAUREA</b>	E		12	300	AP	ENG

## Dettaglio dei gruppi opzionali

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>Gruppo opzionale: AD A SCELTA</b>						
<b>20810337 - ELECTROMAGNETISM FOR BIOMEDICAL ENGINEERING</b> <i>(secondo semestre)</i>	D	ING-INF/02	9	63	AP	ENG
<b>20802093 - ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI</b> <i>(secondo semestre)</i>	D	ING-INF/01	9	72	AP	ITA
<b>20802044 - SISTEMI BIOMETRICI</b> <i>(primo semestre)</i>	D	ING-INF/03	9	72	AP	ITA
<b>20810397 - PHOTOBIOLOGY</b> <i>(secondo semestre)</i>	D	BIO/19, ING-INF/06	9	63	AP	ENG
<b>20810402 - EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF BIOMATERIALS</b> <i>(secondo semestre)</i>	D	CHIM/07	9	63	AP	ENG

### Legenda

**Tip. Att. (Tipo di attestato):** **AP** (Attestazione di profitto), **AF** (Attestazione di frequenza), **I** (Idoneità)

**Att. Form. (Attività formativa):** **A** Attività formative di base **B** Attività formative caratterizzanti **C** Attività formative affini ed integrative **D** Attività formative a scelta dello studente (art.10, comma 5, lettera a) **E** Per la prova finale e la lingua straniera (art.10, comma 5, lettera c) **F** Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d) **R** Affini e ambito di sede classe LMG/01 **S** Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali (art.10, comma 5, lettera e)

## Obiettivi formativi

### BIOMECHANICS

in - Secondo anno - Primo semestre

Saper individuare il modello biomeccanico del corpo umano più adeguato e saper determinarne i parametri geometrici ed inerziali. Conoscere gli strumenti concettuali e matematici utili per rappresentare il movimento umano in realtà virtuale e per descrivere la cinematica articolare. Saper stimare i momenti articolari nonché le forze agenti sui tessuti passivi, duri e molli, e trasmesse dai muscoli durante il movimento. Saper descrivere un atto motorio utilizzando il linguaggio del lavoro meccanico e dell'energia. Conoscere gli strumenti che consentono la misura del movimento umano e delle forze esterne. Conoscere le principali proprietà meccaniche dei tessuti biologici molli e duri nonché i meccanismi che ne regolano l'adattamento funzionale. Conoscere la biomeccanica delle articolazioni umane e della colonna vertebrale. Conoscere la biomeccanica di attività motorie della vita quotidiana quali la deambulazione, salita e discesa di gradini, alzarsi e sedersi ecc. Avere familiarità con il laboratorio di analisi del movimento e relativi protocolli sperimentali, per scopi clinici e con riferimento allo sport ed all'ergonomia. Conoscere i principi di funzionamento degli ausili per disabili, dei tutori e delle protesi. Saper valutare i rischi a carico dell'apparato locomotore nello sport e sul lavoro. Conoscere le caratteristiche strutturali delle macchine e delle attrezzature per il fitness. Conoscere le proprietà dei materiali utilizzati per le pavimentazioni degli impianti sportivi, delle calzature e degli attrezzi sportivi in relazione ai loro effetti sulla prestazione e sulla sicurezza.

(English)

Knowing how to identify the biomechanical model of the human body and be able to determine the most appropriate geometric and inertial parameters. Know the conceptual and mathematical tools useful for representing human motion in virtual reality and to describe joint kinematics. Being able to estimate the joint moments and forces acting on the hard and soft passive tissues transmitted by the muscles during movement. Being able to describe a motor act using the language of the mechanical work and energy. Know basic mechanical properties of soft and hard biological tissues. Understanding the biomechanics of human joints and spine. Know the biomechanics of physical activities of daily living such as walking, climb and descent of stairs, getting up and sitting etc.. Know the basic biomechanical principles to describe and evaluate sports paradigmatic gestures (jumping, throwing, hitting). Being familiar with the tools that allow the measurement of human movement and external forces. Be familiar with the laboratory of movement analysis and experimental protocols. Knowing how to assess risks for the locomotor apparatus in sport and at work. Acquiring the ability to design an experimental procedure, based on the use of these instruments and protocols, for clinical purposes or with reference to sport and ergonomics. Web site <http://elearning.dismus.it/>

### FUNDAMENTALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING

in - Primo anno - Primo semestre

Consentire allo studente di acquisire le competenze di base per lo studio di sistemi biologici attraverso l'approccio bioingegneristico (sistema biologico-modello-misura) e alla sua applicazione in ambiti di interesse specifico, quali la diagnosi, la clinica, la riabilitazione, l'ergonomia e la medicina sportiva. Sviluppare competenze necessarie alla conoscenza della strumentazione di un laboratorio sperimentale con particolare riferimento all'analisi del movimento umano. Tale conoscenza verrà stimolata mediante familiarizzazione con l'hardware ed il software necessari al progetto di protocolli di misura che prevedono la definizione della catena di acquisizione dei dati, la scelta della popolazione da esaminare, l'analisi dei dati registrati.

(English)

The aim is the development of the specific competencies for the study of the biological systems from the bioengineering point of view. The presented approach deals with the chain biological system-model-measurement and is devoted to specific applications such as the diagnosis, the therapy, the rehabilitation, the ergonomics and the sport medicine. The aim is the acquisition of the competencies for the use of the biomedical instrumentation contained in a human movement laboratory. The students will be exposed to the main hardware and software tools needed to i) design measurement chains, ii) define the population under exam, iii) extract the information from the recorded data.

**FUNDAMENTALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING (MODULE 1):** in - Primo anno - Primo semestre, in - Primo anno - Primo semestre

Consentire allo studente di acquisire le competenze di base per lo studio di sistemi biologici attraverso l'approccio bioingegneristico (sistema biologico-modello-misura) e alla sua applicazione in ambiti di interesse specifico, quali la diagnosi, la clinica, la riabilitazione, l'ergonomia e la medicina sportiva. Sviluppare competenze necessarie alla conoscenza della strumentazione di un laboratorio sperimentale con particolare riferimento all'analisi del movimento umano. Tale conoscenza verrà stimolata mediante familiarizzazione con l'hardware ed il software necessari al progetto di protocolli di misura che prevedono la definizione della catena di acquisizione dei dati, la scelta della popolazione da esaminare, l'analisi dei dati registrati.

(English)

The aim is the development of the specific competencies for the study of the biological systems from the bioengineering point of view. The presented approach deals with the chain biological system-model-measurement and is devoted to specific applications such as the diagnosis, the therapy, the rehabilitation, the ergonomics and the sport medicine. The aim is the acquisition of the competencies for the use of the biomedical instrumentation contained in a human movement laboratory. The students will be exposed to the main hardware and software tools needed to i) design measurement chains, ii) define the population under exam, iii) extract the information from the recorded data.

### PROVA FINALE DI LAUREA

in - Secondo anno - Secondo semestre

La laurea magistrale si consegue previo superamento di una prova finale, che consiste nello sviluppo, da parte dello studente, con la guida di un Docente, il



relatore, e da eventuali Co-relatori, di un lavoro, la tesi di Laurea, in forma di elaborato scritto, avente carattere innovativo e che affronti aspetti di analisi e/o di sintesi relativi ad argomenti coerenti con gli obiettivi formativi del corso di studio. La tesi ha lo scopo di effettuare una verifica del livello di apprendimento dei contenuti tecnici e scientifici da parte del candidato, la sua capacità di operare in modo autonomo, il suo livello di organizzazione, di comunicazione e di innovazione nell'analisi e sintesi di progetti complessi.

(English)

The Master's degree is awarded after passing a final exam, which consists in defending a written report (the Master's thesis) on a work activity developed by the candidate, under the guidance of a supervisor, and possibly of other co-supervisors, of an innovative nature, and concerning aspects of analysis and/or synthesis associated with topics relevant to the learning outcomes of the Master's degree program. The final exam aims to verify the candidate's level of learning of the technical and scientific contents, her/his ability to work independently, and her/his level of organisation, communication and innovation in the analysis and synthesis of complex projects. The activities carried out during the preparation of the thesis work may be performed in the University's laboratories and in companies or research bodies in Italy and abroad.

## ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI

in - Secondo anno - Secondo semestre

L'insegnamento consente allo studente di apprendere e applicare le tecniche di progettazione dei sistemi digitali in generale e di approfondire in particolare gli aspetti che riguardano l'implementazione tramite piattaforme programmabili. Il corso analizza la struttura tipica e la tecnologia dei moderni componenti elettronici programmabili, sviluppa la capacità di progettare un sistema elettronico digitale dalle specifiche fino all'implementazione e alla verifica sperimentale del comportamento, la capacità di redazione di un rapporto tecnico relativo al progetto e alla caratterizzazione di un componente o sistema elettronico digitale.

(English)

The course allows the students to acquire the knowledge and the ability to apply design techniques for digital systems in general and in particular with programmable platforms. The course analyzes the typical structure and the technology of modern programmable electronic components, develops the ability to design a digital electronic system from specifications to implementation and experimental verification of the behavior, the ability to draft a technical report on the design and characterization of a component or digital electronic system.

## EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF BIOMATERIALS

in - Secondo anno - Secondo semestre

L'obiettivo del corso è di presentare allo studente magistrale in Bioingegneria le principali tecniche di sintesi e analisi dei materiali avanzati utilizzati nella progettazione e costruzione di biodispositivi. Il corso prevede attività teorico-sperimentali rivolte all'apprendimento dei principali processi chimici di preparazione (superfici nanostrutturate, nano-particelle, etc) e delle tecniche di caratterizzazione (tensione superficiale, FTIR, spettroscopia di impedenza, diffrazione ai raggi X, etc) di biomateriali avanzati quali titanio e sue leghe, materiali biologici, etc.

(English)

The aim of the course is to introduce the student in Bioengineering to the main synthesis and analysis techniques of advanced materials used in the design and construction of bio-devices. The course includes theoretical-experimental activities aimed at learning the main chemical preparation processes (nanostructured surfaces, nano-particles, etc) and characterization techniques (surface tension, FTIR, impedance spectroscopy, X-ray diffraction, etc) of advanced biomaterials such as titanium and its alloys, biological materials, etc.

## PHOTOBIOLOGY

in - Secondo anno - Secondo semestre

Il corso fornisce le nozioni fondamentali relative all'interazione tra la luce e gli organismi viventi, e all'utilizzo della luce in ambito biomedico. Vengono approfonditi argomenti di fotofisica, fotosintesi, propagazione della luce nei tessuti umani, fluorescenza, bioluminescenza, biosensori luminosi e degli effetti delle radiazioni ultraviolette. Sono discusse in dettaglio le applicazioni biomediche relative alla fotodiagnosi, alle malattie da fotosensibilità, alla fototerapia, alla terapia fotodinamica e ai farmaci fotosensibilizzanti.

(English)

The course provides the fundamentals of the interactions of light and living organisms and the biomedical use of the light. The course includes study of photophysics, photosynthesis, penetration of light in human tissues, fluorescence and bioluminescence photosensory, and ultraviolet radiation effects. Biomedical applications related to photodiagnosis, photosensitivity diseases, phototherapeutics, photodynamic therapy and photosensitizing drugs are discussed in detail.

## SISTEMI BIOMETRICI

in - Secondo anno - Primo semestre

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti per realizzare il progetto di sistemi biometrici che utilizzino una sola caratteristica biometrica (sistemi uni-modali) che più caratteristiche biometriche (sistemi multi-modal). Sono inoltre introdotti i principi di progetto per integrare i necessari requisiti di sicurezza e privacy nei sistemi biometrici. L'insegnamento prevede la realizzazione fisica di un sistema di riconoscimento biometrico come attività di laboratorio.

(English)

The course aims at providing the necessary instruments for the analysis and design of biometric systems, both uni-modal and multi-modal systems. In the course, the principles to include the needed security and privacy requirements in the project of the system are fully addressed. The notions learnt during the course will be brought to fruition with the realization of a functioning biometric system during the lab activity.

## SIGNAL PROCESSING FOR BIOMEDICAL ENGINEERING

in - Primo anno - Primo semestre

Acquisire conoscenze specifiche sulle metodologie deterministiche e statistiche che consentono di analizzare segnali discreti di tipo biomedicale. Saper collegare i diversi blocchi funzionali nell'ambito di un sistema complesso di analisi ed elaborazione. Fornire una panoramica su alcuni sistemi tipici di elaborazione e trasmissione di segnali per ingegneria biomedica, descrivendo sommariamente concetti operativi fondamentali.

(English)

To acquire fundamental knowledges on digital operations to analyze discrete signals in biomedical environments. To link different operating blocks in one complex system for analysis and processing. To provide an overview of some typical application of biomedical signals for processing and transmission, by a short description of main operating concepts.

## ELECTROMAGNETISM FOR BIOMEDICAL ENGINEERING

in - Secondo anno - Secondo semestre

Conoscere le normative e linee guida sull'esposizione ai campi elettromagnetici. Conoscere le principali applicazioni dei campi elettromagnetici per il monitoraggio in remoto dei parametri biometrici e saper progettare antenne e circuiti nell'ambito di Body Area Network. Acquisire competenze sul calcolo dosimetrico dei campi elettromagnetici nei tessuti biologici attraverso tecniche numeriche e simulatori elettromagnetici.

(English)

To know laws and guidelines on the exposure to electromagnetic fields. To know the main applications of the electromagnetic fields for the remote monitoring of vital parameters and to be able to design antennas and circuits for Body Area Networks. To acquire skills on the dosimetry of electromagnetic fields in biological tissues through numerical techniques and electromagnetic softwares.

## ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS

in - Secondo anno - Secondo semestre

Il corso permette di apprendere conoscenze avanzate sull'interazione tra campo elettromagnetico e materia naturale, artificiale e vivente. Tali conoscenze sono utili per l'analisi ed il progetto dei sistemi elettromagnetici orientati per applicazioni riguardanti i circuiti, i dispositivi, gli apparati ed i sistemi per l'elettronica, la biomedica e per le telecomunicazioni.

(English)

The course aims at learning advanced knowledge on the interaction between electromagnetic field and natural, artificial and living matter. This knowledge is useful for the analysis and design of electromagnetic systems oriented for applications in circuits, devices, and systems for electronics, bio-engineering and telecommunications.

## BIOMEDICAL DATA PROCESSING

in - Primo anno - Secondo semestre

Acquisire le competenze specifiche sulle metodiche di elaborazione e classificazione di dati e segnali biomedici, mettendo gli allievi in grado di comprendere e collegare le varie metodologie in un contesto integrato di elaborazione. Estendere le competenze acquisite nei corsi di teoria e di elaborazione dei segnali per la loro applicazione nell'ambito biomedico.

(English)

The aim is the acquisition of the competencies for the processing and the classification of the biomedical signals. The students will be trained to understand the connections among the different techniques of signal processing. Special attention will be devoted to the extension of the signal processing competencies to the biomedical field.

## NEURAL ENGINEERING

in - Primo anno - Secondo semestre

Acquisire le conoscenze specifiche di teorie, metodi e tecnologie per la comprensione e l'analisi delle funzionalità del sistema nervoso umano. In particolare, il corso fornisce esempi applicativi nell'ambito del recupero e assistenza in disabilità, come le interfacce cervello-computer (brain computer interface, bci) e

le neuroprotesi.

(English)

To gain specific knowledge in theories, methods and technologies for understanding and analysing the functionality of the human nervous system. In particular, the course gives practical examples of applications in the field of assistive technologies in disability, like brain computer interfaces and neuroprosthetics.

## CLINICAL ENGINEERING

in - Secondo anno - Primo semestre

Nel corso verranno presentate le metodologie per la verifica della sicurezza e la verifica della qualità prestazionale della apparecchiature per terapia e diagnostica, oltre ai criteri per l'organizzazione e la gestione di un servizio di manutenzione della apparecchiature medicali, nel contesto del sistema sanitario italiano.

(English)

The present subject deals with methods for safety and performance quality evaluation of devices for therapy and diagnosis. Moreover, the organization and management of a clinical engineering service will be examined in the perspective of the maintenance of biomedical devices, within the Italian health system.

## TIROCINIO

in - Secondo anno - Secondo semestre

Lo studente dovrà svolgere un periodo di formazione e di orientamento detto tirocinio, volto a sperimentare e sviluppare le capacità tecniche e metodologiche acquisite nel corso degli studi, nonché ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del mondo del lavoro.

(English)

The Student must carry out a period of training and orientation called internship, aimed at experimenting and developing the technical and methodological skills acquired during the studies, as well as facilitating professional choices, through the direct knowledge of the industrial reality.

## MEDICAL DEVICES AND SYSTEMS

in - Secondo anno - Primo semestre

Presentare il quadro globale delle tecnologie usate in sanità, con specifico riferimento ai sistemi di immagini per la diagnostica e la cura. Fornire gli elementi, anche di tipo statistico, per la gestione dei dati ai fini della diagnosi e della valutazione dei trattamenti.

(English)

The course aims at: • presenting a comprehensive framework of the technologies commonly used in healthcare, with specific reference to imaging systems, used for diagnostic purposes and for treatment, and • giving the fundamentals for the management of data for the diagnosis and for the assessment of treatments.

## ADVANCES IN BIOMEDICAL ENGINEERING

in - Primo anno - Secondo semestre

Acquisire competenze approfondite su una selezione di argomenti rilevanti nel campo della pratica e della ricerca nel settore della bioingegneria. Saper progettare e condurre attività metodologiche e sperimentali negli ambiti applicativi e di ricerca del settore biomedico.

(English)

To acquire in-depth skills on a selection of relevant topics in the field of practice and research in bioengineering. To be able to design and conduct experimental and methodological activities in the areas of application and research in the biomedical sector.

## BIOMATERIALS

in - Primo anno - Primo semestre

Il corso intende fornire agli studenti gli strumenti necessari ed affrontare lo studio dei processi chimici elementari e dei materiali maggiormente impiegati nella costruzione di dispositivi biomedicali, sia dal punto di vista teorico che applicativo.

(English)

The course aims to provide students with the tools necessary to approach the study of elementary chemical processes and materials covered in this course, as well from a theoretical as from a practical point of view.

## BIOPHYSICS AND HUMAN PHYSIOLOGY

in - Primo anno - Primo semestre

Permettere allo studente di conoscere gli elementi essenziali relativi alla struttura ed alla funzione delle cellule, dei tessuti e dei principali organi e sistemi corporei. Permettere di acquisire i fondamenti di Biochimica.

(English)

Let the student know the essentials elements of the structure and function of cells and tissues, and of the main organs and body systems. Let the student know the fundamentals of Biochemistry.


**DIPARTIMENTO: INGEGNERIA INDUSTRIALE, ELETTRONICA E MECCANICA**

Corso di laurea in Bioingegneria (LM-21) A.A. 2023/2024

Programmazione didattica

**Primo anno**
**Primo semestre**

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810247 - BIOMATERIALS</b> <i>ORSINI MONICA</i>	C	CHIM/07	9	72	AP	ENG
<b>20810246 - BIOPHYSICS AND HUMAN PHYSIOLOGY</b> <i>ACCONCIA FILIPPO</i>	C	BIO/09	9	72	AP	ENG
<b>20810022 - FUNDAMENTALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING</b>			0	0		
FUNDAMENTALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING (MODULE 1) <i>CONFORTO SILVIA</i>	B	ING-INF/06	6	48	AP	ENG
FUNDAMENTALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING (MODULE 2) <i>BIBBO DANIELE</i>	B	ING-INF/06	6	48		
<b>20810011 - SIGNAL PROCESSING FOR BIOMEDICAL ENGINEERING</b> <i>GIUNTA GAETANO</i>	C	ING-INF/03	6	48	AP	ENG

**Secondo semestre**

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810014 - ADVANCES IN BIOMEDICAL ENGINEERING</b> <i>SCHMID MAURIZIO</i>	B	ING-INF/06	6	48	AP	ENG
<b>20810012 - BIOMEDICAL DATA PROCESSING</b> <i>CONFORTO SILVIA</i>	B	ING-INF/06	9	72	AP	ENG
<b>20810013 - NEURAL ENGINEERING</b> <i>RANALDI SIMONE</i>	B	ING-INF/06	6	48	AP	ENG

## Secondo anno

### Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810015 - BIOMECHANICS</b> <i>Bando</i>	B	ING-INF/06	9	72	AP	ENG
<b>20810016 - CLINICAL ENGINEERING</b> <i>SCIUTO SALVATORE ANDREA SCORZA ANDREA</i>	C	ING-IND/12	9	72	AP	ENG
<b>20810017 - MEDICAL DEVICES AND SYSTEMS</b> <i>SCHMID MAURIZIO</i>	B	ING-INF/06	9	72	AP	ENG
<b>Gruppo opzionale: AD A SCELTA</b>	D			63		

### Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810338 - ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS</b> <i>MUTUAZIONE - ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS (20810338) - BILOTTI FILIBERTO</i>	C	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>Gruppo opzionale: AD A SCELTA</b>	D			63		
<b>20802015 - TIROCINIO</b>	F		6	150	I	ENG
<b>20802091 - PROVA FINALE DI LAUREA</b>	E		12	300	AP	ENG

## Dettaglio dei gruppi opzionali

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>Gruppo opzionale: AD A SCELTA</b>						
<b>20810020 - ADVANCED CHARACTERIZATION OF BIOMATERIALS</b> (secondo semestre) SEBASTIANI MARCO	D	ING-IND/22	9	63	AP	ENG
<b>20810337 - ELECTROMAGNETISM FOR BIOMEDICAL ENGINEERING</b> (secondo semestre) PONTI CRISTINA	D	ING-INF/02	9	63	AP	ENG
<b>20802093 - ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI</b> (secondo semestre) MUTUAZIONE - ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI (20802093) - SAVOIA ALESSANDRO STUART, DE IACOVO ANDREA	D	ING-INF/01	9	72	AP	ITA
<b>20810218 - PHOTOBIOLOGY</b> (secondo semestre) LUCIDI MASSIMILIANO	D	ING-INF/06	9	63	AP	ENG
<b>20802044 - SISTEMI BIOMETRICI</b> (primo semestre) MUTUAZIONE - SISTEMI BIOMETRICI (20802044) - CAMPISI PATRIZIO	D	ING-INF/03	9	72	AP	ITA

### Legenda

**Tip. Att. (Tipo di attestato):** **AP** (Attestazione di profitto), **AF** (Attestazione di frequenza), **I** (Idoneità)

**Att. Form. (Attività formativa):** **A** Attività formative di base **B** Attività formative caratterizzanti **C** Attività formative affini ed integrative **D** Attività formative a scelta dello studente (art.10, comma 5, lettera a) **E** Per la prova finale e la lingua straniera (art.10, comma 5, lettera a) **F** Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d) **R** Affini e ambito di sede classe LMG/01 **S** Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali (art.10, comma 5, lettera e)

## Obiettivi formativi

### BIOMECHANICS

#### in - Secondo anno - Primo semestre

Saper individuare il modello biomeccanico del corpo umano più adeguato e saper determinarne i parametri geometrici ed inerziali. Conoscere gli strumenti concettuali e matematici utili per rappresentare il movimento umano in realtà virtuale e per descrivere la cinematica articolare. Saper stimare i momenti articolari nonché le forze agenti sui tessuti passivi, duri e molli, e trasmesse dai muscoli durante il movimento. Saper descrivere un atto motorio utilizzando il linguaggio del lavoro meccanico e dell'energia. Conoscere gli strumenti che consentono la misura del movimento umano e delle forze esterne. Conoscere le principali proprietà meccaniche dei tessuti biologici molli e duri nonché i meccanismi che ne regolano l'adattamento funzionale. Conoscere la biomeccanica delle articolazioni umane e della colonna vertebrale. Conoscere la biomeccanica di attività motorie della vita quotidiana quali la deambulazione, salita e discesa di gradini, alzarsi e sedersi ecc. Avere familiarità con il laboratorio di analisi del movimento e relativi protocolli sperimentali, per scopi clinici e con riferimento allo sport ed all'ergonomia. Conoscere i principi di funzionamento degli ausili per disabili, dei tutori e delle protesi. Saper valutare i rischi a carico dell'apparato locomotore nello sport e sul lavoro. Conoscere le caratteristiche strutturali delle macchine e delle attrezzature per il fitness. Conoscere le proprietà dei materiali utilizzati per le pavimentazioni degli impianti sportivi, delle calzature e degli attrezzi sportivi in relazione ai loro effetti sulla prestazione e sulla sicurezza.

### ADVANCED CHARACTERIZATION OF BIOMATERIALS

#### in - Secondo anno - Secondo semestre

L'obiettivo generale del corso è di esporre lo studente della Laurea Magistrale ad una esperienza formativa di carattere applicativo/sperimentale. Questo obiettivo è raggiunto mediante una serie di lezioni e di attività sperimentali svolte presso i laboratori del gruppo di scienza e tecnologia dei materiali e focalizzate sull'apprendimento sia teorico che pratico di alcuni processi produttivi e tecniche di caratterizzazione di biomateriali avanzati, ed in particolare leghe di titanio, compositi e bio-compositi, materiali ingegnerizzati in superficie e materiali biologici. Gli obiettivi formativi specifici del corso di Advanced characterisation of biomaterials possono essere sintetizzati come segue: 1. Fornire una conoscenza per una corretta scelta ed impiego dei materiali più importanti attualmente utilizzati in ambito biomedicale. 2. Fornire gli elementi fondamentali per un ingegnere specialistico industriale relativi alle tecniche di ingegnerizzazione delle superfici (surface engineering) in componenti avanzati per la bioingegneria; 3. Fornire gli elementi fondamentali per un ingegnere specialistico industriale relativi alle tecniche di caratterizzazione compositiva, strutturale e microstrutturale dei materiali avanzati per applicazioni aeronautiche (microscopia ottica ed elettronica – SEM/TEM/FIB – diffrazione ai raggi X); 4. Fornire gli elementi fondamentali per un ingegnere specialistico industriale relativi alle tecniche di caratterizzazione micro e nano-meccanica dei materiali avanzati per applicazioni biomedicale (micro/nano-durezza, microscopia a forza atomica).

**Docente: SEBASTIANI MARCO**

Richiami di scienza e tecnologia dei materiali: struttura e microstruttura dei materiali; proprietà meccaniche; trattamenti delle leghe ferrose e non ferrose; polimeri; compositi. Metodi avanzati di caratterizzazione dei materiali per applicazione in ingegneria biomedica (lezioni teoriche): - Microscopia ottica; microscopia elettronica in scansione (SEM); microscopia elettronica in trasmissione (TEM); microscopia a fascio ionico focalizzato (FIB); micro- e nano-indentazione; microscopia a forza atomica (AFM); diffrazione ai raggi X; profilometria ottica; angolo di contatto e bagnabilità. Laboratorio di caratterizzazione dei materiali (esercitazioni in laboratorio su materiali e dispositivi di interesse biomedicale): - Microscopia ottica; microscopia elettronica in scansione (SEM); microscopia elettronica in trasmissione (TEM); microscopia a fascio ionico focalizzato (FIB); micro- e nano-indentazione; microscopia a forza atomica (AFM); diffrazione ai raggi X; profilometria ottica; angolo di contatto e bagnabilità.

### FUNDAMENTALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING

#### in - Primo anno - Primo semestre

Consentire allo studente di acquisire le competenze di base per lo studio di sistemi biologici attraverso l'approccio bioingegneristico (sistema biologico-modello-misura) e alla sua applicazione in ambiti di interesse specifico, quali la diagnosi, la clinica, la riabilitazione, l'ergonomia e la medicina sportiva. Sviluppare competenze necessarie alla conoscenza della strumentazione di un laboratorio sperimentale con particolare riferimento all'analisi del movimento umano. Tale conoscenza verrà stimolata mediante familiarizzazione con l'hardware ed il software necessari al progetto di protocolli di misura che prevedono la definizione della catena di acquisizione dei dati, la scelta della popolazione da esaminare, l'analisi dei dati registrati.

#### FUNDAMENTALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING (MODULE 1)

#### in - Primo anno - Primo semestre

Consentire allo studente di acquisire le competenze di base per lo studio di sistemi biologici attraverso l'approccio bioingegneristico (sistema biologico-modello-misura) e alla sua applicazione in ambiti di interesse specifico, quali la diagnosi, la clinica, la riabilitazione, l'ergonomia e la medicina sportiva. Sviluppare competenze necessarie alla conoscenza della strumentazione di un laboratorio sperimentale con particolare riferimento all'analisi del movimento umano. Tale conoscenza verrà stimolata mediante familiarizzazione con l'hardware ed il software necessari al progetto di protocolli di misura che prevedono la definizione della catena di acquisizione dei dati, la scelta della popolazione da esaminare, l'analisi dei dati registrati.

**Docente: CONFORTO SILVIA**

Introduzione all'ingegneria biomedica ed al corso. Acquisizione di segnali biomedici. Elementi di elettrofisiologia. Elettrodi per biopotenziali. Sensori per



misure fisiche. Sensori e sistemi per misure cinematiche. Modellizzazione biologica: modelli a compartimenti, modelli a scatola nera. Elementi di statistica descrittiva e di statistica inferenziale.

## FUNDAMENTALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING (MODULE 2)

### in - Primo anno - Primo semestre

Consentire allo studente di acquisire le competenze di base per lo studio di sistemi biologici attraverso l'approccio bioingegneristico (sistema biologico-modello-misura) e alla sua applicazione in ambiti di interesse specifico, quali la diagnosi, la clinica, la riabilitazione, l'ergonomia e la medicina sportiva. Sviluppare competenze necessarie alla conoscenza della strumentazione di un laboratorio sperimentale con particolare riferimento all'analisi del movimento umano. Tale conoscenza verrà stimolata mediante familiarizzazione con l'hardware ed il software necessari al progetto di protocolli di misura che prevedono la definizione della catena di acquisizione dei dati, la scelta della popolazione da esaminare, l'analisi dei dati registrati.

**Docente:** *BIBBO DANIELE*

Il corso si propone di sensibilizzare gli studenti alle attività tipiche di un laboratorio di sperimentale all'interno del quale vengono messe in pratica le metodologie tipiche dell'Ingegneria Biomedica. Durante le ore di didattica frontale verranno illustrati gli argomenti necessari alla comprensione delle attività necessarie per l'acquisizione e la gestione di segnali biomedici, attraverso strumenti sperimentali tipici dell'Ingegneria con specifica attenzione allo svolgimento di attività pratiche di laboratorio e particolare riferimento ai seguenti argomenti: • La strumentazione elettronica di un laboratorio sperimentale di Ingegneria Biomedica. • Sistemi e sensori per l'acquisizione e la misura di dati e segnali biomedici: sensori per l'analisi del movimento e per segnali elettrofisiologici, condizionamento dei segnali e sistemi di acquisizione. • I protocolli sperimentali per l'acquisizione dei dati: dal sensore alla digitalizzazione e immagazzinamento su calcolatore. • L'organizzazione e l'allestimento di una catena di misura e di setup sperimentali per l'acquisizione di dati e segnali biomedici. • La strumentazione virtuale per la gestione delle acquisizioni di dati sperimentali: cenni di programmazione in Labview. • Sistemi embedded per applicazioni biomedica: elementi di progettazione di dispositivi biomedicali indossabili. • Esperienze di Laboratorio su dispositivi tipici del laboratorio di Ingegneria Biomedica.

## PROVA FINALE DI LAUREA

### in - Secondo anno - Secondo semestre

La laurea magistrale si consegue previo superamento di una prova finale, che consiste nello sviluppo, da parte dello studente, con la guida di un Docente, il relatore, e da eventuali Co-relatori, di un lavoro, la tesi di Laurea, in forma di elaborato scritto, avente carattere innovativo e che affronti aspetti di analisi e/o di sintesi relativi ad argomenti coerenti con gli obiettivi formativi del corso di studio. La tesi ha lo scopo di effettuare una verifica del livello di apprendimento dei contenuti tecnici e scientifici da parte del candidato, la sua capacità di operare in modo autonomo, il suo livello di organizzazione, di comunicazione e di innovazione nell'analisi e sintesi di progetti complessi.

## ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI

### in - Secondo anno - Secondo semestre

L'insegnamento consente allo studente di apprendere e applicare le tecniche di progettazione dei sistemi digitali in generale e di approfondire in particolare gli aspetti che riguardano l'implementazione tramite piattaforme programmabili. Il corso analizza la struttura tipica e la tecnologia dei moderni componenti elettronici programmabili, sviluppa la capacità di progettare un sistema elettronico digitale dalle specifiche fino all'implementazione e alla verifica sperimentale del comportamento, la capacità di redazione di un rapporto tecnico relativo al progetto e alla caratterizzazione di un componente o sistema elettronico digitale.

**Docente:** *SAVOIA ALESSANDRO STUART, DE IACOVO ANDREA*

Introduzione ai sistemi programmabili: Classificazione dei sistemi programmabili Campi di applicazione Richiami di elettronica digitale: Reti logiche Circuiti combinatori Circuiti sequenziali Logiche programmabili Sistemi di numerazione e tipi di dati: Numeri binari ed esadecimali Conversioni e operazioni tra numeri binari ed esadecimali Rappresentazione binaria di numeri interi Rappresentazione binaria di numeri reali Organizzazione di un microcomputer: Struttura di base Microcontrollori vs. microprocessori CPU Bus Organizzazione della memoria Organizzazione dell'I/O Instruction set Introduzione agli interrupt Programmazione embedded in linguaggio assembly: Programmazione a basso livello Assembler Caratteristiche delle istruzioni assembly Operazioni di moltiplicazione e divisione Allocazione dati e variabili Subroutines e Interrupt Service Routines Programmazione embedded in linguaggio C: Programmazione ad alto livello Compilatori Struttura di programmi C Esempi Integrazione di codice C e assembly Principi base di interfacciamento: Alimentazione Clock Power-on reset Bootstrap Periferiche embedded: Tipologie di interrupt Gestione degli interrupt Timer e contatori Memorie embedded Arbitraggio del bus Accesso diretto alla memoria (DMA) Interfacciamento con il mondo esterno: Porte di ingresso-uscita general purpose (GPIO) Interfacciamento di dispositivi tramite GPIO Interfacciamento di interruttori e pulsanti Interfacciamento di LED Interfacciamento di display Interfacciamento di carichi in corrente continua Interfacciamento di carichi in corrente alternata Interfacciamento di motori Comunicazione seriale: Comunicazione di dati Tipologie di canali seriali UART USB SPI I2C 1-Wire Elaborazione di segnali analogici: Sensori, Interfacciamento e condizionamento dei segnali Amplificatori Operazionali Comparatori Campionamento Convertitori ADC e DAC

## PHOTOBIOLOGY

### in - Secondo anno - Secondo semestre

Il corso fornisce le nozioni fondamentali relative all'interazione tra la luce e gli organismi viventi, e all'utilizzo della luce in ambito biomedico. Vengono approfonditi argomenti di fotofisica, fotosintesi, propagazione della luce nei tessuti umani, fluorescenza, bioluminescenza, biosensori luminosi e degli effetti

delle radiazioni ultraviolette. Sono discusse in dettaglio le applicazioni biomediche relative alla fotodiagnosi, alle malattie da fotosensibilità, alla fototerapia, alla terapia fotodinamica e ai farmaci fotosensibilizzanti.

**Docente: LUCIDI MASSIMILIANO**

Scopo del corso: Il corso fornisce le nozioni di base relative alle interazioni tra la luce e gli organismi viventi, concentrandosi sull'uso della luce per la diagnosi e la terapia. Vengono descritti in dettaglio la fotoproduzione di energia (fotosintesi e sue applicazioni nella produzione di energia ecosostenibile), i fenomeni fotofisici, la propagazione della luce nei tessuti umani e l'uso della luce nel trattamento di tumori e altre patologie. Vengono esaminate applicazioni biomediche relative a fotodiagnosi, fotosensibilità, fototerapia, terapia fotodinamica e farmaci fotosensibilizzanti. Una parte del corso copre argomenti relativi all'Optogenetica, una nuova branca della Fotonica che utilizza la luce per controllare i neuroni, che sono stati geneticamente modificati per esprimere canali ionici attivabili dalla luce. L'Optogenetica utilizza una combinazione di tecniche ottiche e genetiche per controllare le attività dei singoli neuroni nei tessuti viventi. Argomenti delle lezioni Fondamenti di propagazione della luce in cellule e tessuti Interazioni tra luce e molecole; stati elettronici di una molecola e loro transizioni: differenza tra bioluminescenza, fosforescenza, fluorescenza e altri fenomeni non radiativi; interazioni tra luce, cellule e tessuti; effetti della propagazione della luce nei tessuti biologici; fondamenti delle sorgenti luminose più impiegate utilizzate nei dispositivi diagnostici biomedici. Nozioni di base di biologia Struttura e tipi cellulari; principali macromolecole; processi cellulari (dogma centrale della biologia): replicazione, trascrizione, traduzione, biosintesi e produzione di energia; classificazione e funzione delle proteine; organizzazione delle cellule in tessuti; descrizione morfologica e fisiologica dei tessuti principali del corpo umano. Principi di base dell'ingegneria genetica e manipolazione del DNA Reazione a catena della polimerasi (PCR); enzimi di restrizione; processo di clonaggio. Manipolazione genetica di microrganismi e organismi eucariotici superiori. Biosensori I principi di bioriconoscimento; trasduzione ottica; basi molecolari della generazione di biosensori; sensori a bioluminescenza, colorimetrici, a fluorescenza e basati su FRET. Applicazioni dei biosensori in oncologia, biorisanamento, sicurezza alimentare e produzione di farmaci. Principali strumenti e tecniche di imaging per il rilevamento di biosensori. Imaging a super risoluzione: tecniche e applicazioni biologiche Principi fisici e applicazioni biomediche di diverse tecniche ottiche a super-risoluzione (microscopia a due e multi-fotoni, STORM, PALM, STED, microscopia ad espansione, microscopia confocale rescan, LLS, SIM). Principi fisici e applicazioni biomediche di diverse tecniche a super-risoluzione non ottiche: microscopia elettronica (TEM, SEM, STEM); AFM. Tecnologia microarray Definizioni e applicazioni delle scienze omiche; tipologie di microarray (microarray di DNA, proteine, cellule e tessuti). Fotosintesi Plastidi nelle piante; reazioni alla luce al buio; Ciclo di Calvin e fissazione del carbonio; aspetti ecologici sulla fotosintesi; fotosintesi naturale e artificiale per la generazione di energia rinnovabile. Tuning spettrale in biologia Principali pigmenti nei sistemi biologici; chimica alla base della fotoefficienza del pigmento (teoria della risonanza, ambiente chimico e modifiche nelle proprietà di assorbimento della luce); acclimatazione cromatica e adattamento cromatico; aspetti molecolari dell'acclimatazione cromatica. Tuning della visione nell'uomo Anatomia dell'occhio umano; aberrazioni dell'occhio umano: aberrazioni ondulatorie e cromatiche, scattering intraoculare; OCT; organizzazione del tessuto retinico; citologia delle cellule di bastoncelli e coni; rodopsina e retina: struttura e funzioni; fotociclo del retinale: isomerizzazione molecolare alla base della visione; cascata di fototrasduzione in fotorecettori di vertebrati. Optogenetica Descrizione dei principali strumenti molecolari optogenetici; opsine negli animali; meccanismi di introduzione dei costrutti genetici nei mammiferi; optrodi: applicazioni e limitazioni; fotofisica della penetrazione della luce nei tessuti. Fotofisiologia e fototossicità Vitamina D: fotosintesi e metabolismo nel corpo umano; aspetti evolutivi della regolazione mediata dalla vitamina D dell'omeostasi del calcio; organizzazione della pelle umana e differenziazione dei tipi cellulari della pelle; produzione e funzioni di melanina; effetti delle radiazioni ultraviolette; effetti del fotodanneggiamento sulle cellule; meccanismi di riparazione ai danni al DNA fotoindotti; malattie da fotosensibilità; ritmi circadiani dipendenti dalla luce. Fondamenti degli effetti terapeutici fototermici delle sorgenti luminose Luce e sua percezione fisica; fototerapia; terapia fotodinamica; farmaci fotosensibilizzanti. Visita guidata presso il Dipartimento di Scienze di RomaTre sulle strutture e le attrezzature studiate nel corso (luminometro, fluorimetro, citometro a flusso, dispositivi per la manipolazione genetica). Visita guidata nel Dipartimento di Scienze di RomaTre sui microscopi confocali. Visita guidata nei laboratori LIME sui microscopi TEM, SEM e AFM.

## SISTEMI BIOMETRICI

**in - Secondo anno - Primo semestre**

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti per realizzare il progetto di sistemi biometrici che utilizzino una sola caratteristica biometrica (sistemi uni-modal) che più caratteristiche biometriche (sistemi multi-modal). Sono inoltre introdotti i principi di progetto per integrare i necessari requisiti di sicurezza e privacy nei sistemi biometrici. L'insegnamento prevede la realizzazione fisica di un sistema di riconoscimento biometrico come attività di laboratorio.

**Docente: CAMPISI PATRIZIO**

Fondamenti di Biometria: Identità e biometria. Introduzione ai sistemi biometrici. Applicazioni. Identificatori biometrici morfologici: impronte digitali, volti (2D e 3D), geometria della mano, palmo della mano, strutture venose, iride, termogrammi, etc.) comportamentali (firma, voce, modalità di digitazione, andatura, movimento delle labbra, etc.) e cognitivi (segnale elettroencefalografico e risposte del sistema nervoso periferico). Progetto di un sistema biometrico: architettura dei sistemi biometrici. Fasi di progetto di un sistema biometrico (requisiti, definizione delle specifiche di progetto, architettura, implementazione, messa in esercizio, manutenzione del sistema). Verifica e valutazione delle prestazioni del sistema: FAR, FRR, FTE, FTA, curve ROC, DET, CMC, usabilità, scalabilità. Sicurezza, vulnerabilità, e privacy di un sistema biometrico: attacchi ad un sistema biometrico, protezione del template (criptosistemi biometrici, "cancelable templates"). Sistemi biometrici multimodali. Standard nei Sistemi Biometrici. Aspetti sociali, culturali e legali dell'uso dei sistemi biometrici.

## SIGNAL PROCESSING FOR BIOMEDICAL ENGINEERING

**in - Primo anno - Primo semestre**

Acquisire conoscenze specifiche sulle metodologie deterministiche e statistiche che consentono di analizzare segnali discreti di tipo biomedicale. Saper collegare i diversi blocchi funzionali nell'ambito di un sistema complesso di analisi ed elaborazione. Fornire una panoramica su alcuni sistemi tipici di elaborazione e trasmissione di segnali per ingegneria biomedica, descrivendo sommariamente concetti operativi fondamentali.

**Docente: GIUNTA GAETANO**

Segnali e sistemi discreti. Operazioni lineari e non lineari tra sequenze. Cambiamento di scala dei segnali discreti (interpolazione e decimazione digitali). Trasformate numeriche. Filtraggio. Analisi dei sistemi lineari. Filtri ottimi. Stimatori numerici e loro prestazioni. Predizione. Stimatori spettrali. Applicazioni di

telemedicina. Digitalizzazione di servizi sanitari. Esercitazioni numeriche di laboratorio con la piattaforma MatLab. Maggiori dettagli sul sito: <http://host.uniroma3.it/laboratori/sp4te/teaching/sp4bme/program.html>

## ELECTROMAGNETISM FOR BIOMEDICAL ENGINEERING

**in - Secondo anno - Secondo semestre**

Conoscere le normative e linee guida sull'esposizione ai campi elettromagnetici. Conoscere le principali applicazioni dei campi elettromagnetici per il monitoraggio in remoto dei parametri biometrici e saper progettare antenne e circuiti nell'ambito di Body Area Network. Acquisire competenze sul calcolo dosimetrico dei campi elettromagnetici nei tessuti biologici attraverso tecniche numeriche e simulatori elettromagnetici.

**Docente: PONTI CRISTINA**

Parte I – Normative e prevenzione dei rischi da radiazioni non ionizzanti e ionizzanti Radiazioni non ionizzanti: campi elettromagnetici e radiazione ottiche coerenti e non coerenti. Direttive europee e legislazione nazionale. Sorgenti di campi elettromagnetici di bassa frequenza: elettrodotti, apparecchiature biomediche, apparecchiature elettriche. Limiti di esposizione per sorgenti di bassa frequenza. Campi elettromagnetici a radiofrequenza. Studi e linee guida IRCNIP e OMS. Apparecchiature biomediche a radiofrequenza. Dosimetria dei campi elettromagnetici e valutazione del rischio in ambienti di lavoro e sanità. Radiazioni laser e radiazioni ottiche incoerenti. Dosimetria delle radiazioni ottiche. Valutazione e gestione del rischio. Radiazioni ionizzanti. Direttive Euratom e legislazione nazionale per la radioprotezione dalle radiazioni ionizzanti. Dosimetria delle radiazioni ionizzanti. Parte II – Applicazioni di sensori elettromagnetici in telemedicina Applicazioni cliniche dei campi elettromagnetici per il monitoraggio a distanza dei parametri vitali di pazienti mediante Body Area Network (BAN) ed Implanted Body Area Network (IBAN) e Personal Area Network (PAN). Standard IEEE e caratteristiche delle trasmissioni. Propagazione e sensori per comunicazioni on-body, in-body ed off-body. Applicazioni al monitoraggio di parametri fisiologici di pazienti: insulina, frequenza cardiaca, pressione, temperatura corporea. Sensori e circuiti per sistemi indossabili. Materiali e tecniche di realizzazione di sensori su tessuti. Sensori e circuiti per sistemi impiantabili. Compatibilità tra sensori indossabili e mezzi biologici. Parte III – Modellistica dei campi elettromagnetici per dosimetria ed imaging Tecniche per la valutazione dosimetrica ed il calcolo del SAR nei tessuti biologici. Dosimetria sperimentale su fantocci. Misure in-vivo ed ex-vivo. Tecniche numeriche con fantocci di tipo voxel. Utilizzo di software commerciale per la simulazione elettromagnetica delle proprietà radiative dei sensori, e per valutazioni dosimetriche di interazione bioelettromagnetica tra sensori e tessuti biologici. Imaging a microonde per la diagnostica non invasiva di neoplasie. Applicazioni di breast cancer imaging e brain imaging.

## ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS

**in - Secondo anno - Secondo semestre**

Il corso permette di apprendere conoscenze avanzate sull'interazione tra campo elettromagnetico e materia naturale, artificiale e vivente. Tali conoscenze sono utili per l'analisi ed il progetto dei sistemi elettromagnetici orientati per applicazioni riguardanti i circuiti, i dispositivi, gli apparati ed i sistemi per l'elettronica, la biomedica e per le telecomunicazioni.

## BIOMEDICAL DATA PROCESSING

**in - Primo anno - Secondo semestre**

Acquisire le competenze specifiche sulle metodiche di elaborazione e classificazione di dati e segnali biomedici, mettendo gli allievi in grado di comprendere e collegare le varie metodologie in un contesto integrato di elaborazione. Estendere le competenze acquisite nei corsi di teoria e di elaborazione dei segnali per la loro applicazione nell'ambito biomedico.

**Docente: CONFORTO SILVIA**

Introduzione al corso. Segnali biomedici: Elettroencefalografia (EEG), Elettromiografia (EMG), Elettrocardiografia (ECG). Elementi di base di elaborazione dei segnali: rappresentazione nel dominio della frequenza, filtraggio, rimozione di rumore ed artefatti. Stima spettrale: approcci di tipo parametrico e non-parametrico. Analisi tempo-frequenza: Short Time Fourier Transform e lo Spettrogramma, Wavelet e lo Scalogramma. Esercitazioni in Matlab.

## NEURAL ENGINEERING

**in - Primo anno - Secondo semestre**

Acquisire le conoscenze specifiche di teorie, metodi e tecnologie per la comprensione e l'analisi delle funzionalità del sistema nervoso umano. In particolare, il corso fornisce esempi applicativi nell'ambito del recupero e assistenza in disabilità, come le interfacce cervello-computer (brain computer interface, bci) e le neuroprotesi.

**Docente: RANALDI SIMONE**

Parte I: modelli elettrici del neurone Introduzione alla neuroingegneria Modelli passivi delle cellule eccitabili Modelli attivi: Hodgkin-Huxley Parte II: neural signal processing Modelli matematici di spiking activity Algoritmi di spike detection Algoritmi di spike sorting Implementazione pratica in Python Parte III: controllo motorio Cenni di teorie di controllo motorio Controllo motorio modulare Sinergie muscolari Implementazione pratica in Python

## CLINICAL ENGINEERING

### in - Secondo anno - Primo semestre

Nel corso verranno presentate le metodologie per la verifica della sicurezza e la verifica della qualità prestazionale della apparecchiature per terapia e diagnostica, oltre ai criteri per l'organizzazione e la gestione di un servizio di manutenzione della apparecchiature medicali, nel contesto del sistema sanitario italiano.

**Docente:** *SCIUTO SALVATORE ANDREA*

Introduzione al corso. Richiami di metrologia generale. Analisi delle principali grandezze fisiche rilevate dalla strumentazione biomedica e dei relativi sistemi di misura. Cenni sulle misure per la diagnostica clinica. Richiami di biologia cellulare. Caratteristiche della strumentazione terapeutica e diagnostica e metodologie per la loro verifica. Strumentazione di sala operatoria e terapia intensiva. Misura della pressione sanguigna. Pompe per infusione. Misure dei parametri caratteristici della meccanica polmonare. Macchine per anestesia e ventilatori polmonari. Elettrobisturi e bisturi ad ultrasuoni. Sistemi per circolazione extracorporea. Cenni sulle principali apparecchiature di diagnostica per immagini e criteri di valutazione della qualità. Richiami sui principali impianti. Metodologie per il collaudo della strumentazione biomedica e degli impianti; verifiche della qualità prestazionale. Criteri per la gestione della manutenzione del parco di apparecchiature. Criteri di massima per l'organizzazione di un servizio di ingegneria clinica.

**Docente:** *SCORZA ANDREA*

Introduzione al corso. Richiami di metrologia generale. Fondamenti di statistica applicata alle misure per la diagnostica clinica. Analisi delle principali grandezze fisiche rilevate dalla strumentazione biomedica e dei relativi sistemi di misura. Cenni sulle misure per la diagnostica clinica. Caratteristiche della strumentazione terapeutica e diagnostica e metodologie per la loro verifica. Misura della pressione sanguigna. Misure dei parametri caratteristici della meccanica polmonare. Macchine per anestesia e ventilatori polmonari. Strumentazione ad ultrasuoni per la diagnostica clinica: A-mode, B-mode, Doppler. Cenni sulle principali apparecchiature di diagnostica per immagini e criteri di valutazione della qualità. Richiami sui principali impianti. Metodologie per il collaudo della strumentazione biomedica e degli impianti; verifiche della qualità prestazionale. Criteri per la gestione della manutenzione del parco di apparecchiature. Criteri di massima per l'organizzazione di un servizio di ingegneria clinica.

## TIROCINIO

### in - Secondo anno - Secondo semestre

Lo studente dovrà svolgere un periodo di formazione e di orientamento detto tirocinio, volto a sperimentare e sviluppare le capacità tecniche e metodologiche acquisite nel corso degli studi, nonché ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del mondo del lavoro.

## MEDICAL DEVICES AND SYSTEMS

### in - Secondo anno - Primo semestre

Presentare il quadro globale delle tecnologie usate in sanità, con specifico riferimento ai sistemi di immagini per la diagnostica e la cura. Fornire gli elementi, anche di tipo statistico, per la gestione dei dati ai fini della diagnosi e della valutazione dei trattamenti.

**Docente:** *SCHMID MAURIZIO*

Principi e caratteristiche comuni ai dispositivi e sistemi biomedici. Area diagnostica - Medical Imaging: Imaging RX: Principi di funzionamento; apparecchiature, specifiche e caratteristiche; dosimetria Imaging TC: principi di funzionamento; tecniche di ricostruzione; apparecchiature, specifiche e caratteristiche; contrasto; nuove linee tecnologiche Imaging US: principi di funzionamento; apparecchi, specifiche e caratteristiche; imaging morfologico e funzionale (doppler) Imaging RM: principi di funzionamento; tecniche di ricostruzione; apparecchi, specifiche e caratteristiche; sequenze; imaging morfologico e funzionale (fMRI) Area terapeutica - chirurgia mini-invasiva: Sistemi per angioplastica (balloon, stent): principi di funzionamento; procedure; strumenti, specifiche e caratteristiche Area terapeutica - chirurgia invasiva e sostituzione funzionale: Valvole cardiache: principi di funzionamento; procedure; strumenti, specifiche, caratteristiche

## ADVANCES IN BIOMEDICAL ENGINEERING

### in - Primo anno - Secondo semestre

Acquisire competenze approfondite su una selezione di argomenti rilevanti nel campo della pratica e della ricerca nel settore della bioingegneria. Saper progettare e condurre attività metodologiche e sperimentali negli ambiti applicativi e di ricerca del settore biomedico.

**Docente:** *SCHMID MAURIZIO*

Questo corso utilizzerà una modalità di apprendimento problem-based per fornire agli studenti nozioni sui recenti progressi dell'ingegneria biomedica, con particolare attenzione alla progettazione di sistemi di classificazione per il supporto alla decisione clinica. Agli studenti verranno forniti elementi di teoria associata all'utilizzo delle principali tecniche di apprendimento automatico, esplorando gli aspetti di apprendimento supervisionato e non supervisionato, e approfondendo la applicazione di tali tecniche al contesto generale della tutela della salute. Gli studenti acquisiranno competenze relative alla implementazione di tali tecniche in ambienti di programmazione di utilizzo comune (Python). Gli studenti lavoreranno quindi in gruppi e utilizzeranno le

conoscenze teoriche acquisite e le competenze di programmazione conseguite per risolvere un progetto di interesse nell'ambito dell'ingegneria biomedica, facendo anche riferimento ai database disponibili (MIMIC, Physionet,...). Utilizzando gli elementi di teoria acquisiti e sulla base delle attività pratiche svolte, gli studenti potranno quindi validare concretamente le soluzioni a problemi di ingegneria biomedica reali di rilevanza clinica.

## BIOMATERIALS

### in - Primo anno - Primo semestre

Il corso intende fornire agli studenti gli strumenti necessari ed affrontare lo studio dei processi chimici elementari e dei materiali maggiormente impiegati nella costruzione di dispositivi biomedicali, sia dal punto di vista teorico che applicativo.

**Docente: ORSINI MONICA**

1. Introduzione: cenni storici e definizioni 2. Proprietà dei materiali (cenni): sollecitazioni meccaniche semplici, deformazione elastica, strizione, contrazione trasversale, rottura statica, sollecitazione dinamica, viscoelasticità, durezza. 3. Cenni di chimica organica: principali gruppi funzionali, forze di coesione, stereochimica. 4. Polimeri sintetici a. Classificazione: polimeri di condensazione, (poliammidi, poliesteri, poliuretani) b. Parametri fondamentali: grado di polimerizzazione, peso molecolare, grado di polidispersità, gradi di reticolazione c. Polimeri di addizione: fasi del processo, monomeri; PVC, metacrilati, idrogeli, poliacrilonitrile, polistirene, gomma naturale e sintetica; polimeri di coordinazione (catalizzatori di Ziegler-Natta); poliolefine d. Poliacetali, polisolfoni, policarbonati e. Stato fisico dei polimeri: struttura delle catene, effetto della temperatura f. Fibre g. Elastomeri 5. Polimeri biodegradabili 6. Reazioni dell'organismo all'impianto: biocompatibilità, processo di guarigione di una lesione tissutale, risposta dei tessuti ad un impianto, risposta del sangue. 7. Materiali ceramici: allumina, materiali odontoiatrici, idrossiapatite, carbonio pirolitico Protesi d'anca e cementi ossei 8. Materiali metallici: acciai, leghe Co/Cr, leghe Ti, metalli e leghe dentali, corrosione 9. protesi d'anca 10. Protesi valvolari 11. Protesi vascolari 12. Protesi oftalmiche 13. Modificazioni superficiali dei bio materiali 14. FT-IR spettroscopia 15. Microscopia elettronica: SEM e TEM 16. XPS 17. Ingegneria tissutale

## BIOPHYSICS AND HUMAN PHYSIOLOGY

### in - Primo anno - Primo semestre

Permettere allo studente di conoscere gli elementi essenziali relativi alla struttura ed alla funzione delle cellule, dei tessuti e dei principali organi e sistemi corporei. Permettere di acquisire i fondamenti di Biochimica.

**Docente: ACCONCIA FILIPPO**

Biofisica delle cellule e delle molecole. Amino acidi, struttura delle proteine, emoglobina, mioglobina, enzimi, meccanismi catalitici, meccanismi di attivazione degli enzimi, meccanismi di inibizione degli enzimi, glucidi, glicolisi, ciclo di Krebs, fosforilazione ossidativa, biosintesi del lattato, fermentazione alcolica, lipidi, beta-ossidazione, catabolismo delle proteine e degli amino acidi, ciclo dell'urea. La compartimentazione cellulare, l'energia degli organismi viventi. Organizzazione tissutale. Struttura dinamica delle membrane biologiche, funzioni e dinamiche delle membrane cellulari. Giunzioni, canali e recettori. Permeabilità diffusione osmosi e tonicità. Sistemi di trasporto della membrana plasmatica: diffusione facilitata, trasporto attivo primario e secondario. Endocitosi ed esocitosi. Trasporto ionico. Biofisica dei sistemi di mantenimento dell'omeostasi: Sistema nervoso centrale ed autonomo. Proprietà elettriche della membrana plasmatica, genesi del potenziale di membrana, eccitabilità, potenziale di membrana a riposo, potenziale elettrotonico e potenziale d'azione. Propagazione e trasmissione dei segnali elettrici. Sinapsi. Plasticità neuronale. Archi riflessi autonomi e somatici. Fisiologia sensoriale. Ormoni. Comunicazione cellulare, proprietà generali del sistema endocrino, struttura chimica e rilascio degli ormoni e loro relativa trasduzione del segnale.

Percorso formativo a.a. 2023-2024 (coorte 2023-2024)						
LM-21 Laurea Magistrale Biomedical Engineering (DM 270/2004)						
PRIMO ANNO						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_S	Ore
INSEGNAMENTI COMUNI DEL PRIMO ANNO PER TUTTI GLI STUDENTI ( <i>didattica erogata</i> )						
1	Advances in biomedical engineering	ING-INF/06	B	6	1_2	48
2	Biomaterials	CHIM/07	C	9	1_1	72
3	Biomedical data processing	ING-INF/06	B	9	1_2	72
4	Biophysics and human physiology	BIO/09	C	9	1_1	72
5	Fundamentals of biomedical engineering	ING-INF/06	B	12	1	96
5a	<i>Fundamentals of biomedical engineering (module 1)</i>	ING-INF/06		6	1_1	48
5b	<i>Fundamentals of biomedical engineering (module 2)</i>	ING-INF/06		6	1_1	48
6	Neural engineering	ING-INF/06	B	6	1_2	48
7	Signal processing for biomedical engineering	ING-INF/03	C	6	1_1	48
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI COMUNI PER TUTTI GLI STUDENTI</b>				<b>57</b>		

SECONDO ANNO						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_S	Ore
INSEGNAMENTI COMUNI PER TUTTI GLI STUDENTI ( <i>offerta programmata</i> )						
8	Advanced engineering electromagnetics ( <i>da LM27</i> )	ING-INF/02	C	9	2_2	72
9	Biomechanics	ING-INF/06	B	9	2_1	72
10	Clinical engineering	ING-IND/12	C	9	2_1	72
11	Medical devices and systems	ING-INF/06	B	9	2_1	72
12	<i>9 CFU a scelta tra:</i>					
	Experimental characterization of biomaterials	CHIM/07	D	9	2_2	63
	Electromagnetism for biomedical engineering	ING-INF/02	D	9	2_2	63
	Elettronica dei sistemi programmabili ( <i>da LM29</i> )	ING-INF/01	D	9	2_2	72
	Photobiology		D	9	2_2	63
		ING-INF/06		3		21
		BIO/19		6		42
	Sistemi biometrici ( <i>da LM27</i> )	ING-INF/03	D	9	2_1	72
	Ogni altro insegnamento offerto nelle altre Lauree Magistrali			9		
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI 2° ANNO</b>				<b>45</b>		

ALTRE ATTIVITÀ OBBLIGATORIE SECONDO ANNO			
	<b>TIROCINIO PROFESSIONALE</b>		<b>6</b> <b>2</b>
	<b>PROVA FINALE DI LAUREA</b>		<b>12</b> <b>2</b>
<b>TOTALE CFU LAUREA MAGISTRALE</b>		<b>120</b>	

**LEGENDA**

B: ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

C: ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI ED INTEGRATIVE

D: ATTIVITÀ FORMATIVE A SCELTA DELLO STUDENTE (ART.10, COMMA 5, LETTERA A)

CFU: CREDITI FORMATIVI UNIVERSITARI

A\_S: ANNO - SEMESTRE

Si segnala, infine, che:

- l'insegnamento di *Fundamentals of biomedical engineering* è didatticamente diviso in due moduli e sono oggetto di esame unico.

Percorso formativo a.a. 2023-2024 (coorte 2022-2023)						
LM-21 Laurea Magistrale Biomedical Engineering (DM 270/2004)						
PRIMO ANNO						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_SEM	Ore
<b>INSEGNAMENTI COMUNI DEL PRIMO ANNO PER TUTTI GLI STUDENTI (didattica già fruita)</b>						
1	Advances in biomedical engineering	ING-INF/06	B	6	1_2	48
2	Biomaterials	CHIM/07	C	9	1_1	72
3	Biomedical data processing	ING-INF/06	B	9	1_2	72
4	Biophysics and human physiology	BIO/09	C	9	1_1	72
5	Fundamentals of biomedical engineering	ING-INF/06	B	12	1	96
5a	<i>Fundamentals of biomedical engineering (module 1)</i>	ING-INF/06		6	1_1	48
5b	<i>Fundamentals of biomedical engineering (module 2)</i>	ING-INF/06		6	1_1	48
6	Neural engineering	ING-INF/06	B	6	1_2	48
7	Signal processing for biomedical engineering	ING-INF/03	C	6	1_1	48
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI COMUNI PER TUTTI GLI STUDENTI</b>				<b>57</b>		

SECONDO ANNO						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_S	Ore
<b>INSEGNAMENTI COMUNI PER TUTTI GLI STUDENTI (offerta erogata)</b>						
8	Advanced engineering electromagnetics (da LM 27)	ING-INF/02	C	9	2_2	72
9	Biomechanics	ING-INF/06	B	9	2_1	72
10	Clinical engineering	ING-IND/12	C	9	2_1	72
11	Medical devices and systems	ING-INF/06	B	9	2_1	72
12	9 CFU a scelta tra:					
	Advanced characterization of biomaterials	ING-IND/22	D	9	2_2	63
	Electromagnetism for biomedical engineering	ING-INF/02	D	9	2_2	63
	Elettronica dei sistemi programmabili (da LM29)	ING-INF/01	D	9	2_2	72
	Photobiology	ING-INF/06	D	9	2_2	63
	Sistemi biometrici (da LM27)	ING-INF/03	D	9	2_1	72
	Ogni altro insegnamento offerto nelle altre Lauree Magistrali			9		
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI 2° ANNO</b>				<b>45</b>		

ALTRE ATTIVITÀ OBBLIGATORIE SECONDO ANNO			
	<b>TIROCINIO PROFESSIONALE</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
	<b>PROVA FINALE DI LAUREA</b>	<b>12</b>	<b>2</b>
<b>TOTALE CFU LAUREA MAGISTRALE</b>		<b>120</b>	

#### LEGENDA

B: ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

C: ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI ED INTEGRATIVE

D: ATTIVITÀ FORMATIVE A SCELTA DELLO STUDENTE (ART.10, COMMA 5, LETTERA A)

CFU: CREDITI FORMATIVI UNIVERSITARI

A\_S: ANNO - SEMESTRE

Si segnala, infine, che:

- l'insegnamento di *Fundamentals of biomedical engineering* è didatticamente diviso in due moduli e sono oggetto di esame unico.

## **REGOLAMENTO PER LE ATTIVITÀ DI TIROCINIO**

### **Laurea Magistrale Biomedical Engineering-LM 21**

#### **Art. 1 Norme generali**

Preso atto dell'accertata possibilità di consentire l'accesso al tirocinio nell'ambito della Laurea Magistrale, considerato l'obiettivo di alta qualificazione di tali livelli di laurea, è necessario definirne le finalità, le procedure d'accesso e le formalità di controllo del profitto. Ciò è opportuno per garantire una stretta coerenza con le discipline di settore che caratterizzano la Laurea Magistrale. Pertanto, il tirocinio deve impegnare l'allievo su tematiche originali e di particolare attualità sviluppate presso Strutture interne ed esterne all'Ateneo fortemente qualificate sul piano professionale e/o di ricerca.

#### **Art. 2 Definizione, sede e durata**

Nell'ambito delle attività formative previste dall'art. 10 comma 5 lett. d) del D.M. n.270 del 22/10/2004, lo Studente può svolgere un periodo di formazione e di orientamento detto tirocinio, volto a sperimentare e sviluppare le capacità tecniche e metodologiche acquisite nel corso degli studi, nonché ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del mondo del lavoro.

Il tirocinio può essere svolto presso:

- una Struttura cioè un'Azienda, un'Impresa, un Ente pubblico o privato, un Laboratorio o un Centro di ricerca, sia italiano che estero, con il quale l'Ateneo abbia stipulato apposita convenzione didattica;
- un Laboratorio o un Centro di ricerca dello stesso Ateneo Roma Tre.

Il Collegio Didattico valuterà di volta in volta se altre attività posseggano caratteristiche assimilabili ad attività di tirocinio, definendone anche l'equivalenza in CFU.

Il tirocinio ha durata, di norma, pari a circa 150 ore e corrisponde a 6 CFU.

#### **Art. 3 Assegnazione del tirocinio**

Ai fini dell'assegnazione di un tirocinio, lo Studente contatta direttamente un Docente-Tutor.

Lo Studente, in accordo con il Docente-Tutor compila l'apposito modulo on-line disponibile sul sito del Dipartimento in cui sono indicati:

- la Struttura presso la quale si svolge il tirocinio;
- il Referente aziendale, operante presso l'eventuale sede esterna in cui si svolge il tirocinio;
- la descrizione delle attività previste dal tirocinio, con la definizione dei tempi di attuazione dello stesso, ed i CFU di cui è prevista l'attribuzione.

Il modulo con le informazioni sopra riportate, viene inviato sia alla Segreteria Didattica che al Docente-Tutor.

Nel caso di tirocinio presso una sede esterna all'Ateneo, lo studente, il Docente-Tutor, e il Referente aziendale, oltre a espletare la procedura ivi descritta, dovranno adempiere, sul portale GOMP, alla procedura definita dall'Ateneo.

Lo Studente iscritto alla Laurea Magistrale può ottenere l'assegnazione del tirocinio quando, essendo iscritto almeno al secondo anno di corso, abbia già acquisito 60 CFU corrispondenti ad attività formative previste dal proprio piano degli studi.

#### **Art. 4 Copertura assicurativa**

L'Ateneo provvede ad assicurare lo Studente che svolge il tirocinio in sedi esterne all'Ateneo, contro gli infortuni sul lavoro presso l'INAIL, nonché per la responsabilità civile presso compagnie operanti nel settore.

L'attività di tirocinio non può iniziare prima che si sia provveduto alle necessarie coperture assicurative.

#### **Art. 5 Il controllo del profitto**

Ultimato il tirocinio, l'allievo predisporrà, in formato pdf, un'articolata relazione delle attività svolte e dei risultati conseguiti. Tale relazione, firmata dal Docente-Tutor e, se pertinente, dal Referente Aziendale, dovrà sintetizzare gli obiettivi, i materiali e metodi studiati e/o utilizzati durante l'attività di tirocinio, i risultati principali, e le conclusioni tratte dall'attività svolta.

Lo studente compila l'apposito modulo on-line, disponibile sul sito del Dipartimento, che viene inviato sia alla Segreteria Didattica che al Docente-Tutor, allegando la relazione firmata, almeno due mesi prima dell'inizio della sessione di laurea affinché il Consiglio di Collegio Didattico (CCD) deliberi in merito al



profitto e all'attribuzione dei relativi CFU.

Nel caso di tirocinio presso una sede esterna all'Ateneo, lo studente, il Docente-Tutor, e il Referente aziendale, oltre a espletare la procedura ivi descritta, dovranno adempiere, sul portale GOMP, alla procedura definita dall'Ateneo.

#### **Art. 6 Attestazione del tirocinio**

A seguito della delibera di approvazione del CCD in merito al profitto dell'attività di tirocinio e all'attribuzione dei relativi CFU, il Coordinatore del Collegio Didattico provvede a verbalizzare l'idoneità conseguita.

Nel caso di tirocinio presso una sede esterna all'Ateneo, il Docente-Tutor, provvede a verbalizzare l'idoneità conseguita solo dopo l'approvazione del profitto dal CCD.

#### **Art. 7 Studenti lavoratori**

In considerazione delle finalità del tirocinio, può considerarsi attività di tirocinio un'opportuna attività lavorativa che lo Studente interessato potrà svolgere nell'Ente presso cui lavora. Tale attività deve comunque essere formalmente assegnata e specificamente attestata, secondo quanto previsto dal presente Regolamento.

## **REGOLAMENTO PER LA PROVA FINALE DI LAUREA** **Laurea Magistrale Biomedical Engineering-LM 21**

### **Art. 1 Definizione, quantificazione e svolgimento della Prova Finale di Laurea**

La Prova Finale di Laurea (PFL) consiste nella redazione e discussione di un elaborato scritto relativo ad un progetto preparato dallo studente nell'ambito delle attività formative corrispondenti al suo indirizzo di studi o sviluppato nel tirocinio, con la guida di un docente di riferimento ed eventualmente di un tutor aziendale.

La quantificazione della PFL in termini di Crediti Formativi Universitari (CFU) è definita coerentemente con quanto riportato nel Manifesto degli Studi, ricordando che si attribuisce convenzionalmente un carico di lavoro per lo studente pari a 25 (venticinque) ore per ogni CFU.

Lo svolgimento della PFL è, di norma, realizzato nelle Strutture dell'Ateneo, ma potrà essere effettuata anche presso gli enti di ricerca pubblici o privati, italiani o stranieri e nelle Strutture Produttive (SP) italiane o straniere sulla base di Convenzioni stipulate con l'Ateneo.

### **Art. 2 Modalità di assegnazione della PFL**

Lo studente che desidera iniziare l'attività per la PFL, fissa un colloquio con uno o più docenti del Collegio Didattico (CD), che illustrano gli argomenti disponibili, valutano le eventuali proposte dello studente per orientarlo sugli argomenti e sulle modalità della PFL, e possono dichiarare la propria disponibilità, o indicare i colleghi a loro avviso più adatti a seguire le proposte. Per assistere lo studente in questa fase, i docenti possono inserire sui propri siti web un elenco non esaustivo di argomenti su cui potrà vertere la PFL.

Il Docente-Relatore può essere un docente dell'Ateneo il cui Settore Scientifico Disciplinare sia presente nell'offerta formativa del Corso di Studi a cui è iscritto lo studente. Nel caso in cui il Docente-Relatore sia un docente a contratto è necessario che la tesi sia discussa entro il termine del contratto di insegnamento. In caso questo non sia possibile, lo studente dovrà individuare altro Docente-Relatore per il completamento della tesi.

Lo studente, sulla base delle informazioni ottenute, e in accordo con il Docente-Relatore scelto, presenta la "domanda d'assegnazione tesi", selezionando l'apposita voce accedendo al sistema GOMP e compilando i campi con le informazioni richieste.

Lo studente può presentare domanda di assegnazione solo qualora debba conseguire non più di 30 CFU, con esclusione di quelli della PFL e dei 6 CFU del tirocinio.

Entro le scadenze indicate dalla Segreteria studenti (<https://portalestudente.uniroma3.it/accedi/area-studenti/istruzioni/come-presentare-la-domanda-di-assegnazione-tesi/>), lo studente dovrà effettuare la "domanda di conseguimento titolo" sul sistema GOMP. La procedura termina con l'upload della tesi e la conferma da parte del relatore che lo studente è ammesso all'esame di laurea.

### **Art. 3 Composizione della Commissione di Laurea e modalità di illustrazione della PFL**

La commissione di Laurea (CL) è composta da almeno cinque docenti, ed è nominata dal Direttore del Dipartimento, su proposta del Coordinatore del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica.

Per l'illustrazione dell'elaborato di fronte alla CL i candidati possono utilizzare i mezzi e gli strumenti audiovisivi ritenuti più opportuni, quali ad esempio:

- presentazione orale,
- presentazione mediante videoproiettore,

rispettando i tempi concessi loro dal Presidente della CL.

### **Art. 4 Modalità di valutazione della PFL**

La commissione, nel rispetto dell'autonomia di valutazione dei singoli componenti attribuisce un punteggio alla prova finale e stabilisce il voto di laurea secondo le modalità qui di seguito riportate.

Il voto di laurea è espresso in centodecimi ed è ottenuto sulla base dei punteggi  $P_1$ , e  $P_2$  determinati come definito qui di seguito.

Il punteggio  $P_1$  è calcolato facendo riferimento alle unità didattiche incluse nel Piano degli Studi (PdS) presentato dallo studente ed approvato dal Consiglio del Collegio Didattico. Fra queste, si considerano tutte quelle che prevedono un giudizio finale espresso con un voto. Si dovrà pertanto escludere la PFL, il tirocinio o altre attività che non prevedono un giudizio finale espresso con un voto.

Il procedimento del calcolo di tale media è il seguente:

- il voto corrispondente a ciascuna unità didattica è moltiplicato per il numero di CFU attribuiti all'unità stessa;
- i diversi prodotti sono sommati tra loro, e il risultato è diviso per la somma totale dei CFU attribuiti alle unità didattiche considerate.

Inoltre:

- nel suddetto calcolo, la votazione “trenta e lode” è valutata pari a 31 punti;
- in caso di inserimento di un esame a scelta che porti al superamento dei 120 CFU, i CFU in esubero concorrono al calcolo della media per il conseguimento del titolo (delibere del CCD nelle sedute del 11/09/2009 e del 30/10/2013). Attività didattiche, fino a un massimo di 9 crediti, inserite in sovrannumero ai sensi del Regolamento Carriera non saranno comprese nel piano di studio e non concorrono al calcolo della media per il conseguimento del titolo.

Il punteggio  $P_1$  si ottiene esprimendo la media, così calcolata, in centodecimi.

Il punteggio  $P_2$  (massimo 8 punti) tiene conto della valutazione della prova finale ed è attribuito dalla CL come di seguito riportato:

- 0-5 per la qualità dell'elaborato su proposta del relatore. Nel caso di tesi di carattere compilativo, l'incremento qui in oggetto è pari al massimo ad 1 (un) punto.
- 0-3 per la qualità della presentazione e della discussione della PFL.

L'incremento di 5 punti è proposto dal relatore per elaborati eccellenti (ad esempio per articoli scientifici già sottomessi o pubblicati o domande di brevetto, in cui sia enucleabile il contributo originale del candidato, inerenti il tema dell'elaborato).

La votazione di laurea è quindi ottenuta come somma dei punteggi  $P_1$ ,  $P_2$  arrotondando il risultato all'intero consecutivo superiore se la parte frazionaria della somma supera i 50 centesimi. In caso contrario l'arrotondamento è all'intero consecutivo inferiore. Il voto finale non potrà comunque essere superiore alla media di partenza espressa in 110 non arrotondata e incrementata per un massimo di 8 punti.

L'attribuzione del punteggio finale è decisa a maggioranza. Qualora non si raggiunga la maggioranza sarà assegnato al laureando il punteggio che avrà raggiunto il maggior numero di voti. Se più proposte ottengono lo stesso numero di voti, al laureando sarà attribuito il punteggio più alto.

I componenti possono astenersi, ma possono esprimersi favorevolmente ad una sola proposta.

#### **Art. 5 Modalità di attribuzione della lode nella PFL**

L'attribuzione al laureando della lode è possibile con il raggiungimento di un punteggio finale almeno pari a centododici (su centodieci) e deve essere deliberata all'unanimità dalla CL.

#### **Art. 6 Entrata in vigore**

Il presente regolamento si applica a partire dalla coorte degli immatricolati dell'anno accademico 2019/2020.