

<b>Università</b>	Università degli Studi di MILANO
<b>Classe</b>	LM-8 - Biotecnologie industriali
<b>Nome del corso in italiano</b>	Biologia quantitativa <i>modifica di: Biologia quantitativa (1397964)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Quantitative biology
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	inglese
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	F5B-0
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	25/11/2020
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	12/01/2021
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	07/06/2019 -
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	29/11/2019
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="https://qbio.cdl.unimi.it/en">https://qbio.cdl.unimi.it/en</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	Bioscienze
<b>Altri dipartimenti</b>	Chimica
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	DM 16/3/2007 Art 4 <b>Nota 1063 del 29/04/2011</b>
<b>Corsi della medesima classe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioinformatics for Computational Genomics</li> <li>• Molecular biotechnology and Bioinformatics - Biotecnologie molecolari e bioinformatica</li> </ul>

#### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-8 Biotecnologie industriali**

I laureati nei corsi di Laurea magistrale della classe devono:

- avere familiarità con il metodo scientifico sperimentale su sistemi biologici;
- possedere una profonda conoscenza delle basi molecolari e cellulari dei sistemi biologici;
- possedere solide conoscenze sulla struttura e sulle funzioni delle macromolecole biologiche e dei processi cellulari nelle quali esse intervengono;
- conoscere gli effetti dei prodotti biotecnologici a livello ambientale e saperne prevenire gli effetti nocivi;
- avere un'avanzata conoscenza di strumenti analitici tradizionali e biotecnologici;
- possedere avanzate conoscenze di fisica e chimica e buone competenze computazionali, bio-informatiche e matematico-statistiche;
- aver padronanza delle metodologie bio-informatiche ai fini dell'organizzazione, costruzione e accesso a banche dati, in particolare di genomica, proteomica e metabolomica;
- possedere conoscenze e tecniche fondamentali nei vari campi delle biotecnologie industriali;
- padroneggiare piattaforme tecnologiche specifiche, come: ingegneria genetica, proteica e metabolica, individuazione di bersagli molecolari, modellistica molecolare, progettazione e sviluppo di kit diagnostici, tecniche di fermentazione e di bioconversione per la produzione di piccole molecole e di proteine di interesse (enzimi, proteine ricombinanti, metaboliti, vaccini, fine chemicals, etc.), tecniche di purificazione e analisi delle biomolecole, validazione della biocompatibilità di materiali, progettazione di materiali biomimetici, progettazione e sviluppo di nanomateriali e nanosistemi a base di biomolecole, validazione di composti guida in sistemi animali.
- conoscere gli aspetti fondamentali dei processi operativi che seguono la progettazione industriale di prodotti biotecnologici e della formulazione di biofarmaci;
- possedere avanzate conoscenze nelle culture di contesto, con particolare riferimento ai temi della valorizzazione della proprietà intellettuale, dell'economia e della gestione aziendale, della bioetica, della sociologia e della comunicazione;
- 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;
- essere in grado di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture;
- essere qualificati per svolgere attività di ricerca di base e applicata, di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, attività professionale e di progetto in ambiti correlati con le discipline biotecnologiche;
- conoscere le normative relative alla bioetica, alla validazione/certificazione di prodotto/processo biotecnologico, alla tutela delle invenzioni e alla sicurezza nel settore biotecnologico.

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea magistrale della classe sono: attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica in diversi contesti applicativi; la gestione di strutture produttive nella bioindustria, nella diagnostica, chimica, di protezione ambientale, agroalimentare, etc.; la gestione di servizi negli ambiti connessi con le biotecnologie industriali, come nei laboratori di analisi di certificazione e di controllo biologico, nei servizi di monitoraggio ambientale, nelle strutture del servizio sanitario nazionale. Potranno operare, nei campi propri della specializzazione acquisita, con funzioni di elevata responsabilità, tenendo conto dei risvolti etici, tecnici e giuridici.

Ai fini indicati, gli orientamenti dei corsi di laurea magistrale della classe:

comprendono attività finalizzate ad acquisire: (a) conoscenze sulla struttura e funzione dei sistemi biologici, ricercandone le logiche molecolari ed informazionali, dal livello cellulare a quello degli organismi; (b) conoscenze e tecniche fondamentali nei vari campi delle biotecnologie industriali, con particolare attenzione agli approcci multidisciplinari che le connotano; (c) competenze specialistiche in uno specifico settore delle biotecnologie industriali;

prevedono attività esterne come tirocini formativi presso aziende, enti di ricerca pubblici o privati, soggiorni di studio presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali.

Prevedono come momento qualificante della formazione una tesi sperimentale presso laboratori di ricerca universitari e/o altri laboratori o strutture pubbliche o private.

Prevedono l'espletamento di una prova finale con la produzione di un elaborato in cui vengono riportati i risultati di una ricerca scientifica e tecnologica originale.

#### **Relazione del nucleo di valutazione per accreditamento**

**Vedi allegato**

## **Sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni**

Nel corso del mese di giugno 2019 sono state consultate, diverse istituzioni di ricerca avanzata con sede in Italia (Istituto Italiano di Tecnologia (IIT), ( 3 giugno 2019), nella persona del Dirigente di ricerca, AXXAM S.p.A.- Openzone, ( 4 giugno 2019), nella persona del dirigente di ricerca, Istituto Europeo di Oncologia, IEO, ( 4 giugno 2019), nella persona del direttore Chromatin Alterations in Tumorigenesis Unit, EryDel SRL, azienda biotech che opera nell'ambito della drug discovery, ( 5 giugno 2019), nella persona dell' Amministratore delegato, Elements Srl, ( 5 giugno 2019), nella persona dell' Amministratore delegato).

Per quanto riguarda le istituzioni estere, si è dialogato, in occasione di congressi internazionali nel corso del 2019, con colleghi di Technische Universitaet, Darmstadt, in Germania, University of California San Francisco, USA e University of Glasgow, UK. Il progetto del CdS è stato esposto ai colleghi del consiglio direttivo della Biophysical Society, USA, durante la seduta del 29 maggio 2019, raccogliendo suggerimenti e pareri.

Sia gli istituti consultati che le ditte hanno assunto in passato, come dottorandi e come postdocs, laureati/e del Dipartimento di Bioscienze dell'Università di Milano per svolgere attività di ricerca e per sviluppare strumentazione in ambito biofisico. La formazione di biotecnologi con conoscenze adeguate di matematica, fisica e chimica è stata considerata una priorità assoluta da tutte le parti consultate, dato che le loro realtà si basano su team interdisciplinari in cui i nostri laureati devono essere in grado di dialogare e collaborare con ingegneri, chimici farmacisti e computazionali, neuroscienziati e fisici ed utilizzare luce laser, luce di sincrotrone, optical tweezers, microscopia a superisoluzione, a forza atomica e a due fotoni, sistemi automatizzati di patch clamp, molecular dynamics, NMR, microscopia elettronica di singola molecola, etc.

Dal dialogo con le parti interessate, è emersa inoltre una chiara richiesta per laureati in materie biologiche-biotecnologiche in grado di applicare un approccio quantitativo sia alla pianificazione degli esperimenti che all'analisi dei risultati. E' stato suggerito di offrire un corso di logica fra gli insegnamenti obbligatori e di esercitare gli studenti al "problem solving", portandoli a definire approcci sperimentali adeguati alla domanda sperimentale posta dal docente.

**Vedi allegato**

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

Il Comitato di coordinamento universitario per la Lombardia, nella seduta del 29 novembre 2019, preso atto della proposta di istituzione, all'unanimità, ha espresso parere favorevole a che presso l'Università degli Studi di Milano si istituisca il corso di laurea magistrale in Quantitative Biology nella Classe LM-8 - Biotecnologie industriali.

**Vedi allegato**

## **Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

Il Corso di studio prevede la formazione del Biologo Quantitativo, figura professionale in grado di svolgere funzioni di elevata responsabilità in ambito di ricerca e innovazione. Dette funzioni interessano lo sviluppo di nuova tecnologia e la relativa applicazione industriale in campo biotecnologico e biomedico, e si basano sulla conoscenza di sistemi biologici complessi e sulla capacità di interfacciarsi con fisici e matematici per l'analisi e l'interpretazione dei dati e per la formulazione di modelli predittivi.

Gli obiettivi formativi prevedono la comprensione delle basi fisiche dei fenomeni cellulari e molecolari, la conoscenza teorica e pratica delle tecniche sperimentali e computazionali di singola molecola e l'apprendimento di metodi computazionali utilizzati nello sviluppo di modelli matematici predittivi.

Tali obiettivi saranno raggiunti durante il corso di studi magistrale grazie agli approfondimenti delle conoscenze acquisite nel primo ciclo di studi triennale e all'apprendimento di nuove conoscenze, particolarmente rivolte alla capacità di utilizzare strumenti matematici e fisici per la descrizione dei sistemi biologici. A tale scopo sono state individuate tre aree di apprendimento comprendenti:

Area biologica molecolare, cellulare e strutturale: fornisce conoscenze approfondite dei processi biologici di base, sia cellulari che molecolari e identifica complessi macromolecolari e network regolativi che richiedono un'analisi quantitativa.

Area biofisica-chimica: fornisce conoscenze termodinamiche e statistiche del comportamento delle singole molecole e tratta le tecniche di indagine e di analisi dei dati più innovative in questo ambito (come ad esempio microscopia a forza atomica, microscopia in super risoluzione, la cryo microscopia elettronica su singola particella).

Area matematica-informatica-logica: fornisce gli strumenti per la formulazione di modelli matematici predittivi e descrittivi del comportamento dei sistemi cellulari e molecolari e insegna i linguaggi di programmazione per l'analisi dei dati. Introduce inoltre i concetti e i metodi della logica formale utilizzati per rappresentare e risolvere problemi logici e computazionali.

Il Corso di Studio è biennale, suddiviso in quattro semestri. Il secondo anno è principalmente, ma non esclusivamente, dedicato all'attività sperimentale per la preparazione della tesi di laurea.

Durante il primo anno, gli studenti approfondiscono le conoscenze nell'ambito della biologia molecolare e cellulare, strutturale, e della genetica (SSD Bio) con particolare enfasi alla correlazione fra l'aspetto biologico-funzionale e la dinamica dei sistemi, focalizzandosi sulle tecniche sperimentali ad alta risoluzione utilizzate per descriverli. Detta formazione viene consolidata con le nozioni che attengono alla biofisica della cellula e delle molecole biologiche. I SSD previsti per le conoscenze di chimica consentono inoltre l'acquisizione della padronanza metodologica e tecnologica per la misura sperimentale, in particolare delle tecniche di indagine spettroscopica risolta nel tempo. Gli insegnamenti di Fisica, Matematica e Informatica completano la formazione del primo anno introducendo l'analisi statistica dei dati, gli elementi necessari per la modellizzazione dei fenomeni biologici, oltre alle basi dei linguaggi informatici utilizzati nei diversi corsi per descrivere i dati in modo quantitativo.

Alla fine del primo anno lo studente avrà acquisito la capacità di riconoscere gli aspetti dinamici dei processi molecolari-cellulari di base, saprà risalire ai principi fisici che li governano e identificare possibili approcci sperimentali che forniscano i dati necessari alla modellizzazione matematica dei processi.

Nel corso del secondo anno sarà approfondito lo studio del comportamento di singola molecola mediante tecniche di microscopia a fluorescenza, di super risoluzione e di dinamica molecolare.

Nel secondo semestre, gli allievi avranno inoltre l'opportunità di applicare le conoscenze teoriche acquisite alla modellizzazione di circuiti molecolari regolativi per l'ingegneria metabolica o di dinamica di popolazione cellulare in condizioni patologiche, come ad esempio nel cancro, un prerequisito fondamentale per lo sviluppo di approcci di medicina personalizzata nel prossimo futuro.

Lo studente sarà così in grado di utilizzare le metodologie sperimentali più avanzate che caratterizzano le biotecnologie molecolari, elaborare i dati ricavandone informazioni dinamiche quali coefficienti di diffusione e costanti cinetiche e utilizzare tali informazioni nella modellizzazione di processi cellulari molecolari dinamici per l'ingegneria metabolica o per lo studio delle patologie umane.

Tutte le discipline impartite prevedono un congruo numero di ore dedicate alle attività di laboratorio. Le attività didattiche previste dal piano di studi consistono in lezioni frontali, eventuali esercitazioni in aula, laboratori e tirocinio per la tesi con accesso a strumentazione altamente innovativa (es. Cryo-EM, microscopia ottica e elettronica, a forza atomica, etc.). Al fine di favorire l'inserimento dei laureati in contesti lavorativi non solo nazionali ma anche internazionali, il corso si svolge interamente in lingua inglese, incluse la stesura e la discussione della tesi sperimentale.

L'utilizzo della lingua inglese come lingua veicolare del corso di laurea favorirà la capacità del laureato magistrale in QB di comunicare i propri risultati e le proprie analisi anche in contesti internazionali, quali ad esempio congressi scientifici, report periodici in aziende e enti di ricerca, stesura di proposte di ricerca complete di business plan.

Una volta acquisito il titolo di studio, il biologo quantitativo, allo scopo di ottenere maggiore autonomia e maggiori livelli di responsabilità, può acquisire ulteriori competenze mediante Master di II livello in ambito gestionale e manageriale di impresa o con accesso a Scuole di Dottorato finalizzate alla preparazione alla ricerca sia in ambito biotecnologico che anche biologico molecolare e biofisico, ma sarà ad ogni modo capace di entrare a far parte di gruppi di ricerca multi-disciplinari fornendo una risorsa fondamentale non solo alla comprensione reciproca di ricercatori di ambiti diversi, ma anche per lo sviluppo di metodologie matematiche che tengano conto degli aspetti fondamentali della biologia, cosa non sempre comune quando i modelli vengono prodotti da persone con forte background fisico-matematico ma deboli conoscenze in biologia.

## **Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

I laureati magistrali in "Quantitative Biology" uniscono ad una solida preparazione in ambito biomolecolare-cellulare, acquisita prevalentemente nei settori biologici caratterizzanti e affini FIS/07, BIO/04, la conoscenza di strumenti matematici, chimici e fisici e delle basi logiche del ragionamento scientifico (acquisita con le discipline per le competenze professionali e con le attività formative affini)

Tale preparazione consentirà loro di comprendere ed applicare l'approccio sperimentale interdisciplinare allo studio di sistemi complessi, quali i sistemi biologici dinamici, affrontati prevalentemente in attività affini e integrative a scelta guidata. Gli studenti sono guidati nella generazione di modelli predittivi, di simulazioni e della loro analisi e verifica sperimentale.

Gli strumenti didattici di verifica sono esami orali e/o scritti, prove pratiche di presentazione di articoli scientifici e presentazione di progetti di ricerca realizzati individualmente o in piccoli gruppi.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)**

Un obiettivo fondamentale della laurea magistrale in "Quantitative Biology" è la costante pratica sperimentale delle conoscenze teoriche acquisite. Si intende raggiungere questo obiettivo sia tramite gli insegnamenti, che comprenderanno una parte di insegnamento "hands on" di pratica di laboratorio, sia tramite la tesi sperimentale a cui sono attribuiti 33 CFU. Largo spazio verrà inoltre dato agli aspetti di "problem solving" e a forme di didattica che coinvolgano direttamente lo studente, promuovendo e valutando la capacità di analisi e di scelta degli strumenti metodologici più appropriati al raggiungimento di un obiettivo. La verifica delle competenze sarà effettuata con opportune modalità di esame (discussione di progetti; presentazione di risultati; ecc.)

### **Autonomia di giudizio (making judgements)**

L'acquisizione di autonomia di giudizio verrà incoraggiata dall'utilizzo di materiale didattico complementare a libri di testo, quali articoli di ricerca, in modo da stimolare gli studenti a non apprendere acriticamente le nozioni impartite, ma a valutarle con spirito critico e autonomia di giudizio. L'autonomia di giudizio sarà inoltre favorita dalla modalità di insegnamento "problem based learning". Tale approccio prevede che piccoli gruppi di studenti affrontino la materia di studio discutendo fra loro in presenza di un tutor che interviene solo se richiesto. Questa modalità di apprendimento sviluppa la capacità di problem solving, uno degli obiettivi formativi principali del corso di studio.

### **Abilità comunicative (communication skills)**

L'apprendimento basato sulla discussione in gruppi "problem-based learning" sopra menzionato, aiuta a sviluppare capacità comunicative, fra cui la sicurezza nell'esprimersi in inglese, e la capacità di relazionarsi con altri studenti, anche internazionali. Presentazione e discussione di dati sperimentali, nell'ambito di journal club e seminari, sono fra le attività formative previste nell'ambito degli insegnamenti obbligatori e a scelta guidata dello studente che favoriscono l'acquisizione di abilità comunicative.

### **Capacità di apprendimento (learning skills)**

Sviluppo di adeguate capacità per l'acquisizione di nuove conoscenze, anche attraverso la ricerca e la lettura di articoli scientifici in lingua Inglese, consultazioni bibliografiche, consultazione di banche dati e altre informazioni in rete. Le attività formative per acquisire e verificare questa capacità includono le attività di laboratorio per la prova finale, esami che prevedono tra le diverse prove anche la lettura e discussione di articoli o protocolli in Inglese o l'elaborazione informatica di dati sperimentali. Verrà incoraggiato l'uso di metodologie di insegnamento/apprendimento alternative e complementari alla sola lezione frontale, come il problem-based learning, lavoro di gruppo, presentazioni da parte degli studenti, esercitazioni su casi di studio reali.

### **Conoscenze richieste per l'accesso (DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)**

Possono accedere al corso di laurea magistrale in Quantitative Biology i laureati nelle classi:

L-2 Biotecnologie  
L-13 Scienze Biologiche  
L-25 Scienze e tecnologie agrarie e forestali  
L-26 Scienze e tecnologie alimentari  
L-27 Scienze e tecnologie chimiche  
L-29 Scienze e tecnologie farmaceutiche  
L-30 Scienze e tecnologie fisiche  
L-35 Scienze Matematiche

che abbiano conseguito conoscenze sufficienti (almeno 12 CFU) in discipline di base di area biologica (SSD BIO/06, BIO/10, BIO/11).

Possono altresì accedere al corso coloro che siano in possesso di altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo in base all'equipollenza.

Viene inoltre richiesta la conoscenza della lingua Inglese ad un livello di competenza B2.

Per tutte le categorie di candidati l'adeguata preparazione personale degli studenti e la capacità di comunicare efficacemente in lingua Inglese saranno comunque elementi determinanti per l'ammissione e saranno verificate con le modalità previste dal Regolamento didattico del corso.

### **Caratteristiche della prova finale (DM 270/04, art 11, comma 3-d)**

La Laurea Magistrale in "Quantitative Biology" si consegue con il superamento di una prova finale, consistente nella discussione di una tesi sperimentale svolta presso laboratori di ricerca universitari e/o altri laboratori o strutture pubbliche o private, nazionali o stranieri. La tesi, elaborata in modo originale dallo studente sotto la guida di un relatore, redatta in lingua Inglese, deve presentare una particolare originalità di sviluppo, coerente con il suo ruolo formativo che completa il percorso di studio biennale individuale.

### **Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe**

L'Università degli Studi di Milano offre al momento due lauree magistrali della stessa classe, LM-8 Biotecnologie Industriali, denominate "Molecular Biotechnology and Bioinformatics" (MBB) e "Bioinformatics for Computational Genomics" (BBC). Entrambe le lauree forniscono un percorso formativo nell'ambito delle metodologie di analisi computazionale genomica, trascrittomica ed epigenomica, applicate alla ricerca biologica-biotecnologica. MBB è indirizzata a studenti con solide competenze teoriche e di laboratorio in biologia cellulare, molecolare, biochimica e genetica interessati ad una ricerca moderna basata sulle discipline "omiche" mentre BBC si rivolge anche a studenti con un background di ingegneria, matematica o fisica, interessati all'applicazione e allo sviluppo ex-novo di metodologie e protocolli di analisi bioinformatiche.

Il nuovo corso di laurea in Quantitative Biology (QB) si propone invece l'obiettivo di preparare studenti con un background biologico-biotecnologico ad affrontare lo studio dei viventi con metodi e approcci sperimentali quantitativi. Per questo, il CdS fornisce un solido background teorico di tematiche fisiche, chimiche e matematiche ed illustra con un approccio "hands on", le loro applicazioni nella realizzazione di esperimenti e nell'analisi dei dati ottenuti.

Allo stesso tempo, il nuovo CdS si inserisce pienamente negli obiettivi formativi della classe LM-8, in quanto l'approccio matematico quantitativo ai dati biologici si applica anche a dati ottenuti dall'analisi di Big data ottenuti con metodi computazionali ed informatici e trova importanti applicazioni biotecnologiche e biomediche.

L'introduzione nel piano di studi di una quota consistente di insegnamenti di area Fisica e Matematica, resa possibile dalla collaborazione con i rispettivi Dipartimenti dell'Università di Milano, soddisfa ampiamente il requisito di differenziare per almeno 30 CFU Quantitative Biology dalle due lauree magistrali in biotecnologie industriali già esistenti.

### **Comunicazioni dell'ateneo al CUN**

La modifica di ordinamento, nonostante il corso sia stato istituito lo scorso anno, si è resa necessaria a seguito del parere ricevuto da Anvur in sede di accreditamento iniziale.

In particolare è stato richiesto di modificare gli obiettivi formativi con l'introduzione delle aree di apprendimento che aiutano a delineare meglio le finalità formative del corso. Viene inserita inoltre una descrizione del percorso formativo, mentre gli sbocchi professionali sono stati dettagliati maggiormente, differenziandoli per ciascun profilo professionale.

<b>Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati</b>
<b>Operatore tecnico scientifico (Product scientist, Bio-nanotechnologist)</b>
<p><b>funzione in un contesto di lavoro:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Applica le procedure di laboratorio relative a processi cellulari e molecolari identificando e risolvendo eventuali criticità.</li> <li>-Utilizza strumentazione scientifica non standard e ad alto contenuto tecnologico.</li> <li>-Gestisce gli aspetti informatici legati all'uso delle macchine per la generazione di dati sperimentali.</li> <li>-Analizza i dati sperimentali grezzi e li converte in diversi formati.</li> <li>-Scriva i codici per analizzare i dati biologici utilizzando un linguaggio di programmazione.</li> <li>-Applica metodologie avanzate per analizzare le strutture delle proteine e le immagini raccolte mediante tecniche di microscopia confocale a singolo e multifotone.</li> <li>-Interagisce efficacemente sia con il personale di laboratori sperimentali che con gli sviluppatori di strumentazione ad alto contenuto tecnologico e ne favorisce la comunicazione.</li> </ul> <p><b>competenze associate alla funzione:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-In biologia cellulare e molecolare e nelle tecnologie di ingegneria genetica, proteica e metabolica.</li> <li>-Nella comprensione delle tecnologie di generazione dei dati sperimentali associati a sistemi biologici e delle loro applicazioni a scopi biotecnologici.</li> <li>-Abilità nell'uso di tecniche, strumenti e capacità necessari per svolgere l'esperimento.</li> <li>-Nel comprendere dettagliatamente il processo di analisi e gestione dei dati sperimentali misurati.</li> </ul> <p><b>sbocchi occupazionali:</b></p> <p>In startups di bio-nanotecnologie, industria farmaceutica e biotecnologica, istituti di ricerca pubblici e privati con i seguenti incarichi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ricercatore ed analista nell'industria farmaceutica nello sviluppo di approcci terapeutici basati sulla medicina di precisione.</li> <li>- Application scientist per biotech company che sappia utilizzare segnali di fluorescenza anche a singola molecola per la messa a punto di tool diagnostici e biosensori.</li> <li>- Sviluppo razionale e progettazione di lab on the chip technology nel campo della salute pubblica, della sicurezza alimentare e ambientale.</li> <li>- Consulente per messa a punto di screening computazionali per drug discovery e drug design in industria farmaceutica.</li> </ul>
<b>Junior research scientist - Membro di un laboratorio di ricerca interdisciplinare in ambito biotecnologico/biofisico</b>
<p><b>funzione in un contesto di lavoro:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conosce il sistema biologico in studio, comprende la domanda sperimentale e contribuisce a identificare la misura sperimentale adatta a fornire risposte adeguate.</li> <li>- Progetta e realizza in modo autonomo gli esperimenti utilizzando strumentazione ad alta tecnologia.</li> <li>- Svolge l'analisi dei dati utilizzando software specifici.</li> <li>- Rimane informato su nuove ricerche e sviluppi nel campo.</li> <li>- Presenta con sicurezza dati e metodi scientifici a partner interni ed esterni.</li> </ul> <p><b>competenze associate alla funzione:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Familiarità con un'ampia gamma di strumenti per analisi spettroscopiche, microscopiche e di imaging, a livello cellulare e molecolare.</li> <li>- Esperienza nell'applicare e adattare la teoria statistica e matematica per risolvere i problemi biologici.</li> <li>- Conoscenza in linguaggi di programmazione: esperienza con Python.</li> <li>- Eccellenti capacità di comunicazione e presentazione in inglese (scritta e verbale).</li> </ul> <p><b>sbocchi occupazionali:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ricercatore in Istituti scientifici pubblici e privati, ricerca e sviluppo in industrie farmaceutiche, biotecnologiche e startups o aziende che sviluppano strumentazione scientifica ad elevato contenuto tecnologico e di innovazione, con i seguenti incarichi:</li> <li>- Analisi e fitting dei dati secondo modelli teorici, distinzione del background del segnale, rimozione del rumore di fondo, ottimizzazione basata su modellizzazione.</li> <li>- Scoperta di nuovi bio-materiali e loro applicazione in ambito medico e nanoelettronico, basate su progettazione e caratterizzazione di materiali nanostrutturati (per esempio quelli basati sul DNA).</li> <li>- Utilizzo di tecniche di microscopia a forza atomica per analisi di materiali nanostrutturati per l'industria elettronica.</li> <li>- Sviluppo di molecole antivirali, vaccini, e ricollocazione di farmaci già approvati basandosi su analisi strutturali e modeling molecolare.</li> <li>- Analisi di dati biologici complessi come ad esempio le immagini biomediche, che richiedono conoscenza di algoritmi sofisticati e abilità di applicazione che vanno oltre quelli disponibili commercialmente.</li> <li>- Metabolic engineering a fini industriali.</li> <li>- Accesso alla professione di Biologo, previo superamento dell'esame di stato e l'iscrizione all'albo professionale.</li> </ul>
<b>Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologi e professioni assimilate - (2.3.1.1.1)</li> <li>• Biofisici - (2.3.1.1.3)</li> <li>• Biotecnologi - (2.3.1.1.4)</li> <li>• Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze biologiche - (2.6.2.2.1)</li> </ul>
<b>Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• biologo</li> </ul>

<p><b>Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 §2.</b></p>
---

**Attività caratterizzanti**

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline chimiche	CHIM/01 Chimica analitica CHIM/02 Chimica fisica CHIM/03 Chimica generale ed inorganica CHIM/04 Chimica industriale CHIM/05 Scienza e tecnologia dei materiali polimerici CHIM/06 Chimica organica CHIM/08 Chimica farmaceutica CHIM/09 Farmaceutico tecnologico applicativo CHIM/10 Chimica degli alimenti CHIM/11 Chimica e biotecnologia delle fermentazioni CHIM/12 Chimica dell'ambiente e dei beni culturali	10	12	<b>10</b>
Discipline biologiche	BIO/06 Anatomia comparata e citologia BIO/09 Fisiologia BIO/10 Biochimica BIO/11 Biologia molecolare BIO/13 Biologia applicata BIO/18 Genetica BIO/19 Microbiologia	12	21	<b>10</b>
Discipline per le competenze professionali	FIS/01 Fisica sperimentale FIS/02 Fisica teorica modelli e metodi matematici FIS/03 Fisica della materia INF/01 Informatica MAT/05 Analisi matematica MAT/06 Probabilità e statistica matematica MAT/07 Fisica matematica MAT/08 Analisi numerica MAT/09 Ricerca operativa	12	21	<b>6</b>
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 40:</b>		-		
<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>		40 - 54		

**Attività affini**

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Attività formative affini o integrative	BIO/04 - Fisiologia vegetale BIO/06 - Anatomia comparata e citologia BIO/09 - Fisiologia BIO/11 - Biologia molecolare BIO/13 - Biologia applicata BIO/17 - Istologia BIO/18 - Genetica BIO/19 - Microbiologia FIS/07 - Fisica applicata (a beni culturali, ambientali, biologia e medicina) M-FIL/02 - Logica e filosofia della scienza	17	29	<b>12</b>
<b>Totale Attività Affini</b>		17 - 29		

### Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		12	12
Per la prova finale		33	33
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	3
	Abilità informatiche e telematiche	0	3
	Tirocini formativi e di orientamento	0	3
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	3
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		3	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-
<b>Totale Altre Attività</b>		48 - 57	

### Riepilogo CFU

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>120</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	105 - 140

### Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe o Note attività affini

(Settori della classe inseriti nelle attività affini e anche/già inseriti in ambiti di base o caratterizzanti : BIO/06 , BIO/09 , BIO/11 , BIO/13 , BIO/18 , BIO/19 )

L'inserimento dei settori BIO/06, BIO/09, BIO/11, BIO/13, BIO/18 e BIO/19, già previsti in ambiti caratterizzanti, permetterà di far acquisire ulteriori competenze multidisciplinari con particolare riferimento agli aspetti di biologia teorica e biomatematica, come ad esempio la dinamica di popolazioni e la dinamica non lineare, compresi negli ambiti della biologia e della fisiologia cellulare e molecolare di animali e piante, della genetica e della microbiologia.

Il regolamento didattico del corso di studio e l'offerta formativa programmata saranno tali da consentire agli studenti che lo vogliano di seguire percorsi formativi nei quali sia presente un'adeguata quantità di crediti in settori affini e integrativi che non siano già caratterizzanti.

### Note relative alle altre attività

Gli studenti stranieri con una conoscenza insufficiente della lingua italiana saranno indirizzati a conseguire i 3 CFU per "Conoscenza di almeno una lingua straniera" attraverso la frequenza di un corso di lingua italiana organizzato dall'Ateneo.

### Note relative alle attività caratterizzanti

RAD chiuso il 10/02/2021