

Università	Università degli Studi di MILANO
Classe	LM-8 - Biotecnologie industriali
Nome del corso in italiano	Biologia quantitativa <i>reformulazione di: Biologia quantitativa (1392374)</i>
Nome del corso in inglese	Quantitative biology
Lingua in cui si tiene il corso	inglese
Codice interno all'ateneo del corso	F5B-0
Data di approvazione della struttura didattica	19/09/2019
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	14/01/2020
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	07/06/2019 -
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	29/11/2019
Modalità di svolgimento	a. Corso di studio convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	Bioscienze
Altri dipartimenti	Chimica
EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi	
Massimo numero di crediti riconoscibili	DM 16/3/2007 Art 4 Nota 1063 del 29/04/2011
Corsi della medesima classe	<ul style="list-style-type: none"> • Bioinformatics for Computational Genomics • Molecular biotechnology and Bioinformatics - Biotecnologie molecolari e bioinformatica

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.

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 Laurea Magistrale in "Quantitative biology" ha lo scopo di formare laureati con un'adeguata conoscenza della complessità dei sistemi biologici; degli strumenti per l'analisi sperimentale a livello cellulare e di singola molecola; delle modalità statistiche e computazionali per l'analisi di dati biologici. Si propone quindi un percorso che comprenda attività formative finalizzate ad acquisire:

- (a) conoscenza approfondita degli aspetti biochimici e biofisici dei processi cellulari e delle interazioni molecolari;
- (b) conoscenza delle metodologie sperimentali per lo studio e la misura di tali processi;
- (c) conoscenza delle piattaforme tecnologiche utilizzate nella ricerca biologica moderna;
- (d) conoscenza delle tecniche e dei protocolli di analisi utilizzati in studi di biologia strutturale e biofisica molecolare e cellulare;
- (e) conoscenza delle basi tecniche di modellistica nell'ambito della biologia dei sistemi per lo studio delle interazioni nei sistemi biologici complessi;
- (f) conoscenza di algebra lineare, calcolo matriciale e suo utilizzo nella descrizione di fenomeni biologici dinamici e per comprendere le basi dell'intelligenza artificiale (machine learning);
- (g) conoscenza di base del linguaggio di programmazione Python e suo utilizzo per l'analisi statistica dei dati;
- (h) conoscenza di elementi di logica formale.

Gli insegnamenti obbligatori caratterizzanti e affini (72 CFU, di cui 6 CFU a scelta guidata) comprendono insegnamenti riguardanti gli aspetti quantitativi delle principali discipline biologiche molecolari e cellulari, insegnamenti di area chimica che riguardano spettroscopia e le sue applicazioni in biologia; aspetti di analisi statistica dei dati e degli errori, misure delle interazioni su nanoscala fra biomolecole, elementi di programmazione in Python e aspetti di apprendimento automatico, algebra lineare e matriciale, descrizione dei sistemi dinamici mediante equazioni differenziali.

Sono previsti inoltre 12 CFU scelti in piena libertà dagli studenti tra tutti gli insegnamenti attivati dall'Università degli Studi di Milano, purché coerenti con il progetto formativo e 3 CFU destinati ad altre attività.

Il percorso prevede infine, come momento qualificante della formazione e dell'acquisizione di competenze, una tesi sperimentale a cui sono attribuiti 33 CFU. La tesi dovrà essere svolta presso laboratori di ricerca dell'Università degli Studi di Milano o in altre istituzioni pubbliche o private, nazionali o straniere, con essa convenzionate, e prevede la produzione di un elaborato, svolto in lingua Inglese, in cui vengano riportati i risultati originali delle ricerche svolte.

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 un altro obiettivo,

quello 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

In risposta alle osservazioni mosse dal CUN, si fa presente di aver accolto tutti i suggerimenti forniti.

Si fa altresì presente che per quanto riguarda la possibilità per gli studenti stranieri di impiegare fino a 3 dei CFU previsti per "Altre attività" per l'acquisizione delle conoscenze richieste sulla lingua italiana, che tale indicazione era già prevista nelle note alle altre attività.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati
Operatore tecnico specialistico (Product scientist, Bio-nanotechnologist)
funzione in un contesto di lavoro: -Applica le procedure di laboratorio relative a processi cellulari e molecolari identificando e risolvendo eventuali criticità. -Utilizza strumentazione scientifica non standard e ad alto contenuto tecnologico -Gestisce gli aspetti informatici legati all'uso delle macchine per la generazione di dati sperimentali. -Analizza i dati sperimentali grezzi e li converte in diversi formati -Scrive i codici per analizzare i dati biologici utilizzando un linguaggio di programmazione. -Applica metodologie avanzate per analizzare le strutture delle proteine e le immagini raccolte al confocale. -Interagisce efficacemente sia con il personale di laboratori sperimentali che con gli sviluppatori di strumentazione ad alto contenuto tecnologico e ne favorisce la comunicazione.
competenze associate alla funzione: -in biologia cellulare e molecolare e nelle tecnologie di ingegneria genetica, proteica e metabolica; -nella comprensione delle tecnologie di generazione dei dati sperimentali associati a sistemi biologici e delle loro applicazioni a scopi biotecnologici. -abilità nell'uso di tecniche, strumenti e capacità necessari per svolgere l'esperimento -nel comprendere dettagliatamente il processo di analisi e gestione dei dati sperimentali misurati.
sbocchi occupazionali: startups di bio-nanotecnologie, industria farmaceutica e biotecnologica, Istituti di ricerca pubblici e privati.
Junior research scientist - Membro di un laboratorio di ricerca interdisciplinare in ambito biotecnologico/biofisico
funzione in un contesto di lavoro: - Conosce il sistema biologico in studio, comprende la domanda sperimentale e contribuisce ad identificare la misura sperimentale adatta a fornire risposte adeguate - Progetta e realizza in modo autonomo gli esperimenti utilizzando strumentazione ad alta tecnologia - Svolge l'analisi dei dati utilizzando software specifici - Rimane informato su nuove ricerche e sviluppi nel campo - Presenta con sicurezza dati e metodi scientifici a partners interni ed esterni.
competenze associate alla funzione: - Familiarità con un'ampia gamma di strumenti per analisi spettroscopiche, microscopiche e di imaging, a livello cellulare e molecolare - Esperienza nell'applicare ed adattare la teoria statistica e matematica per risolvere i problemi biologici. - Conoscenza in linguaggi di programmazione: esperienza con Python - Eccellenti capacità di comunicazione e presentazione in inglese (scritta e verbale)
sbocchi occupazionali: - 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. - Accesso alla professione di Biologo, previo superamento dell'esame di stato e l'iscrizione all'albo professionale.
Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)
<ul style="list-style-type: none"> • Biologi e professioni assimilate - (2.3.1.1.1) • Biofisici - (2.3.1.1.3) • Biotecnologi - (2.3.1.1.4) • Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze biologiche - (2.6.2.2.1)
Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:
<ul style="list-style-type: none"> • biologo

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.
--

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	10
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	10
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	6
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 40:		-		

Totale Attività Caratterizzanti	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	12
Totale Attività Affini				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		-	-
Totale Altre Attività		48 - 57	

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	120
Range CFU totali del corso	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 14/02/2020