



**Tabella 1 – Obiettivi delle attività formative previste dal percorso**

**Corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale: obiettivi delle attività formative previste dal corso di studio per le coorti di studenti iscritti dall'a.a. 2024/25 e successivi.**

**PERCORSO BIOTECHNOLOGICAL TRACK:**

<b>Biostatistics</b>	
Modulo A	<i>Linear Algebra for Statistics</i> : Il corso si propone di fornire una conoscenza pratica di base dell'algebra lineare e di come possa essere applicata a problemi statistici. Verranno inoltre esaminati concetti elementari di calcolo a più variabili.
Modulo B	<i>Probability and Computing for Statistics</i> : Il corso, dopo una breve rassegna dei principi di base della probabilità e delle variabili casuali, si propone di fornire i principi e la pratica dell'inferenza statistica, con un focus sull'approccio basato sul likelihood e sul modello di regressione lineare. Un secondo obiettivo del corso è l'introduzione ad un linguaggio di programmazione adatto a calcoli statistici, come R.

<b>Data Mining</b>	
Modulo A	<i>Machine Learning</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire una conoscenza degli aspetti teorici e pratici dell'apprendimento automatico, delle tecniche principali di apprendimento e di ragionamento probabilistico. Al termine del percorso, gli studenti saranno in grado di descrivere le principali tecniche di apprendimento esistenti, le loro caratteristiche e limitazioni; padroneggiare le tecniche di ragionamento probabilistico; modellizzare semplici scenari probabilistici tramite reti Bayesiane; realizzare programmi di apprendimento da esempi che siano adatti alle esigenze dello specifico problema da risolvere.
Modulo B	<i>Laboratory of Biological Data Mining</i> : L'obiettivo è fornire le nozioni teoriche sulle tecniche specifiche sviluppate per il mining di dati genomici e trascrittomici e le competenze pratiche per preprocessare e applicare tecniche di mining a dati biologici. Al termine del modulo gli studenti saranno in grado di ricordare e discutere le tecniche presentate, leggere la letteratura scientifica su tecniche simili, preprocessare e applicare tecniche di mining a specifici tipi di dati, riportare e presentare i risultati.

***Agli studenti che nella carriera precedente non hanno accumulato sufficienti crediti in corsi di Programmazione e Algoritmi e Strutture Dati verrà invece assegnato il seguente corso:***

<b>Scientific Programming</b>	
Modulo A	<i>Programming</i> : L'obiettivo è quello di fornire le basi pratiche della programmazione in ambito scientifico tramite presentazione dei costrutti e esercitazioni in un linguaggio opportuno.
Modulo B	<i>Algorithms and Data Structures</i> : L'obiettivo è di introdurre gli studenti alla risoluzione di problemi in modo computazionale attraverso la presentazione di algoritmi e della loro analisi, concentrandosi su algoritmi e strutture dati per risolvere problemi su stringhe, alberi e grafi con riferimenti alla loro complessità.

<b>Genomics</b>	
Modulo A	<i>Computational Microbial Genomics</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze di genomica microbica con particolare focus sull'analisi di microrganismi e di comunità microbiche da dati di sequenziamento generati con tecniche e piattaforme ad alta processività. Il corso prevede una parte di introduzione teorica agli argomenti principali di genomica microbica e una parte di esercitazione in cui gli studenti



Modulo B	analizzeranno dati sperimentali di ultima generazione. <i>Computational Human Genomics</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze nelle aree di genomica strutturale, genomica funzionale ed evoluzione. Il corso fornisce elementi di analisi computazionale e quantitativa utilizzando come esempi dati sintetici e reali nel contesto di malattie umane.
----------	---

<b>Biotechnology Engineering</b>	
Modulo A	<i>Genetic and Metabolic Engineering</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze sulle tecnologie di manipolazione del DNA e l'utilizzo di vari sistemi microbici o cellulari per l'espressione controllata di geni eterologhi. Il corso fornisce inoltre conoscenze sul metabolismo cellulare e la sua regolazione, nonché sulle tecnologie che consentono di perturbare e dirigere i flussi metabolici per la produzione di molecole di interesse biotecnologico.
Modulo B	<i>Tissue Engineering</i> : Il corso ha come obiettivo di introdurre gli studenti a concetti e strategie dell'ingegneria dei tessuti. Gli studenti apprenderanno come utilizzare i concetti di TE per la definizione di strategie che portino alla rigenerazione di tessuti danneggiati da traumi o patologie. Saranno anche considerati i metodi più avanzati di fabbricazione di costrutti funzionali e di selezione e modifica di polimeri. Inoltre, saranno discusse strategie per la combinazione di cellule, molecole biologiche, stimoli meccanici, e scaffold per meglio ingegnerizzare scaffold per la rigenerazione di tessuti e organi in vitro e in vivo.
<b>Agli studenti che nella carriera precedente non hanno accumulato sufficienti crediti* in corsi di Chimica e Biochimica verrà invece assegnato il seguente corso:</b>	
<b>Chemistry and Biochemistry</b>	
Modulo A	<i>Organic and Biological Chemistry</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire le nozioni principali sulla base chimica dei processi biologici. Sono trattate le principali classi chimiche e la loro reattività. Vengono quindi prese in esame le macromolecole biologiche e le loro interazioni molecolari nell'ambiente cellulare, la struttura e la dinamica delle proteine in relazione alle possibili funzioni, nonché le principali vie metaboliche. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere i principi alla base della struttura, funzione e interazione dei principali processi organici e biochimici.
Modulo B	<i>Experimental Biochemistry</i> : L'obiettivo principale del corso è di fornire gli strumenti per studiare e comprendere la struttura, funzione e interazione di macromolecole in organismi viventi. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere le più diffuse e recenti tecniche per studiare le macromolecole biologiche e le loro interazioni, pianificare esperimenti volti alla separazione e l'identificazione di complesse miscele di macromolecole, analizzare mediante tecniche computazionali il folding e misfolding proteico, nonché l'interazione con piccole molecole di interesse farmacologico.

<b>Inglese C1</b>
Accertamento della conoscenza dell'inglese, con capacità di comprendere testi scientifici scritti o parlati ad un livello almeno pari al livello C1 del Consiglio d'Europa.



**PERCORSO QUANTITATIVE TRACK:**

<b>Molecular Biology of the Cell</b>	
Modulo A	<i>Molecular Basis of Cell Structure and Function:</i> Il corso ha l'obiettivo di far acquisire le informazioni essenziali circa il piano organizzativo delle cellule eucariote e procariote. In particolare fornire riferimenti di base sulle strutture cellulari, sul metabolismo basale degli acidi nucleici, delle proteine e dei lipidi cellulari. Inoltre utilizzando le conoscenze cellulari e molecolari ottenute durante il corso sarà possibile apprendere alcune applicazioni biotecnologiche sviluppate negli ultimi anni.
Modulo B	<i>Cellular and Molecular Dynamics:</i> Il corso ha l'obiettivo fornire conoscenze sulle dinamiche cellulari, con particolare riferimento ai meccanismi di trasduzione di segnale e di trafficking delle proteine. Il corso fornirà le conoscenze fondamentali sulla struttura e la funzione delle strutture intracellulari presenti nella cellula eucariotica e sulle basi molecolari dei processi fisiologici in cui questi sono coinvolti. Infine, il corso si propone di far acquisire gli strumenti che consentano di comprendere ed interpretare i dati scientifici della letteratura internazionale.

<b>Chemistry and Biochemistry</b>	
Modulo A	<i>Organic and Biological Chemistry:</i> Il corso ha l'obiettivo di fornire le nozioni principali sulla base chimica dei processi biologici. Sono trattate le principali classi chimiche e la loro reattività. Vengono quindi prese in esame le macromolecole biologiche e le loro interazioni molecolari nell'ambiente cellulare, la struttura e la dinamica delle proteine in relazione alle possibili funzioni, nonché le principali vie metaboliche. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere i principi alla base della struttura, funzione e interazione dei principali processi organici e biochimici.
Modulo B	<i>Experimental Biochemistry:</i> L'obiettivo principale del corso è di fornire gli strumenti per studiare e comprendere la struttura, funzione e interazione di macromolecole in organismi viventi. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere le più diffuse e recenti tecniche per studiare le macromolecole biologiche e le loro interazioni, pianificare esperimenti volti alla separazione e l'identificazione di complesse miscele di macromolecole, analizzare mediante tecniche computazionali il folding e misfolding proteico, nonché l'interazione con piccole molecole di interesse farmacologico.

<b>Advanced Data Analysis</b>	
Modulo A	<i>Regression and Classification Models:</i> Il corso presenterà estensioni del modello di regressione classico per la previsione di risposte continue e discrete e alternative alla tradizionale inferenza likelihood per la stima dei parametri.
Modulo B	<i>Network-based Data Analysis:</i> L'obiettivo del corso è di insegnare agli studenti ad analizzare dati biologici di tipo high-throughput ed a derivare un'interpretazione funzionale degli stessi. Dopo aver appreso come analizzare vari tipi di dati utilizzando diverse metodologie correnti, ed aver acquisito familiarità con diversi tipi di reti biologiche e le loro proprietà, gli studenti impareranno come integrare le informazioni strutturali delle reti con i risultati quantitativi dell'analisi al fine di fornire una caratterizzazione funzionale dei risultati.



<b>Mathematical Modeling and Simulation</b>	
Modulo A	<i>Network Modeling and Simulation:</i> Gli studenti impareranno a conoscere i processi biologici attraverso l'uso di modelli formali, dove gli aspetti principali sono quelli quantitativi e dinamici. Le entità biologiche vengono studiate enfatizzando i comportamenti emergenti che risultano dalle interazioni tra le componenti del sistema biologico. Lo studente apprenderà un insieme di capacità tecniche interdisciplinari con nozioni di biologia, matematica applicata e informatica per studiare tali sistemi.
Modulo B	<i>Mathematical Modeling in Biology:</i> Il corso ha lo scopo di introdurre gli studenti all'uso di modelli dinamici in biologia, concentrandosi sui modelli a compartimenti basati su equazioni differenziali ordinarie. Verranno fornite le nozioni di base sui sistemi di equazioni differenziali ordinarie, e presentato software per simularle e analizzarle al computer. Gli aspetti teorici verranno discussi insieme alle applicazioni a sistemi biologici di interesse, come le reazioni enzimatiche, le reti molecolari, i neuroni ed altri sistemi eccitabili, le interazioni virus-sistema immunitario, le catene alimentari in ecologia.
<b>O in alternativa:</b>	
<b>Molecular Physics</b>	
Modulo A	<i>Quantum Mechanics:</i> L'obiettivo formativo principale di questo modulo è introdurre lo studente ai principali aspetti fenomenologici e teorici della Meccanica Quantistica. Nella prima parte vengono discussi alcuni aspetti salienti della fenomenologia fisica che emergono alle scale di tempo e di lunghezza tipiche dei sistemi molecolari, con particolare riferimento al comportamento quantistico e della radiazione e della materia. Successivamente vengono trattati a livello introduttivo l'apparato matematico e teorico della meccanica quantistica, fino alla soluzione esatta dell'equazione di Schroedinger per alcuni sistemi semplici e per l'atomo di idrogeno (relativamente al solo stato fondamentale).
Modulo B	<i>Quantum Chemistry:</i> In questo modulo vengono discussi i principali metodi di approssimazione, comunemente utilizzati nella descrizione teorica dei sistemi molecolari. Queste competenze permettono agli studenti di comprendere il significato fisico e le potenziali limitazioni di approcci computazionali alla dinamica molecolare. La parte finale del modulo è dedicata alla derivazione di importanti concetti di chimica a partire dal formalismo della meccanica quantistica. In particolare, si discute in maniera quantitativa la derivazione dell'interazione di Van-der-Waals, del legame ionico e la teoria degli orbitali molecolari.
<b>Inglese C1</b>	
Accertamento della conoscenza dell'inglese, con capacità di comprendere testi scientifici scritti o parlati ad un livello almeno pari al livello C1 del Consiglio d'Europa.	



In aggiunta ai corsi obbligatori, gli studenti acquisiscono almeno 36 crediti tra i corsi a scelta vincolata elencati nella tabella seguente (se non già inseriti come corsi obbligatori):

<b>Scientific Programming</b>	
Modulo A	<i>Programming</i> : L'obiettivo è quello di fornire le basi pratiche della programmazione in ambito scientifico tramite presentazione dei costrutti e esercitazioni in un linguaggio opportuno.
Modulo B	<i>Algorithms and Data Structures</i> : L'obiettivo è di introdurre gli studenti alla risoluzione di problemi in modo computazionale attraverso la presentazione di algoritmi e della loro analisi, concentrandosi su algoritmi e strutture dati per risolvere problemi su stringhe, alberi e grafi con riferimenti alla loro complessità.
<b>Molecular Physics</b>	
Modulo A	<i>Quantum Mechanics</i> : L'obiettivo formativo principale di questo modulo è introdurre lo studente ai principali aspetti fenomenologici e teorici della Meccanica Quantistica. Nella prima parte vengono discussi alcuni aspetti salienti della fenomenologia fisica che emergono alle scale di tempo e di lunghezza tipiche dei sistemi molecolari, con particolare riferimento al comportamento quantistico e della radiazione e della materia. Successivamente vengono trattati a livello introduttivo l'apparato matematico e teorico della meccanica quantistica, fino alla soluzione esatta dell'equazione di Schroedinger per alcuni sistemi semplici e per l'atomo di idrogeno (relativamente al solo stato fondamentale).
Modulo B	<i>Quantum Chemistry</i> : In questo modulo vengono discussi i principali metodi di approssimazione, comunemente utilizzati nella descrizione teorica dei sistemi molecolari. Queste competenze permettono agli studenti di comprendere il significato fisico e le potenziali limitazioni di approcci computazionali alla dinamica molecolare. La parte finale del modulo è dedicata alla derivazione di importanti concetti di chimica a partire dal formalismo della meccanica quantistica. In particolare, si discute in maniera quantitativa la derivazione dell'interazione di Van-der-Waals, del legame ionico e la teoria degli orbitali molecolari.
<b>Bioinformatics</b>	
Modulo A	<i>Algorithms for Bioinformatics</i> : L'obiettivo è fornire le conoscenze sui principali algoritmi usati in bioinformatica e competenze per la loro implementazione. Al termine del modulo gli studenti saranno in grado di ricordare e discutere gli algoritmi presentati, leggere la letteratura scientifica su un algoritmo analogo e implementarlo.
Modulo B	<i>Bioinformatic Resources</i> : L'obiettivo è fornire una panoramica delle più comuni basi di dati e risorse computazionali utili ad implementare analisi bioinformatiche. Il linguaggio R viene usato come ambiente di programmazione per eseguire esempi ed esercizi di analisi di dati.
<b>Advanced Data Analysis</b>	
Modulo A	<i>Regression and Classification Models</i> : Il corso presenterà estensioni del modello di regressione classico per la previsione di risposte continue e discrete e alternative alla tradizionale inferenza likelihood per la stima dei parametri.
Modulo B	<i>Network-based Data Analysis</i> : L'obiettivo del corso è di insegnare agli studenti ad analizzare dati biologici di tipo high-throughput ed a derivare un'interpretazione funzionale degli stessi. Dopo aver appreso come analizzare vari tipi di dati utilizzando diverse metodologie correnti, ed aver acquisito familiarità con diversi tipi di reti biologiche e le loro proprietà, gli studenti impareranno come integrare le informazioni strutturali delle reti con i risultati quantitativi dell'analisi al fine di fornire una



	caratterizzazione funzionale dei risultati.
<b>Genomics</b>	
Modulo A	<i>Computational Microbial Genomics</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze di genomica microbica con particolare focus sull'analisi di microorganismi e di comunità microbiche da dati di sequenziamento generati con tecniche e piattaforme ad alta processività. Il corso prevede una parte di introduzione teorica agli argomenti principali di genomica microbica e una parte di esercitazione in cui gli studenti analizzeranno dati sperimentali di ultima generazione.
Modulo B	<i>Computational Human Genomics</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze nelle aree di genomica strutturale, genomica funzionale ed evoluzione. Il corso fornisce elementi di analisi computazionale e quantitativa utilizzando come esempi dati sintetici e reali nel contesto di malattie umane.
<b>Biotechnology Engineering</b>	
Modulo A	<i>Genetic and Metabolic Engineering</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze sulle tecnologie di manipolazione del DNA e l'utilizzo di vari sistemi microbici o cellulari per l'espressione controllata di geni eterologhi. Il corso fornisce inoltre conoscenze sul metabolismo cellulare e la sua regolazione, nonché sulle tecnologie che consentono di perturbare e dirigere i flussi metabolici per la produzione di molecole di interesse biotecnologico.
Modulo B	<i>Tissue Engineering</i> : Il corso ha come obiettivo di introdurre gli studenti a concetti e strategie dell'ingegneria dei tessuti. Gli studenti apprenderanno come utilizzare i concetti di TE per la definizione di strategie che portino alla rigenerazione di tessuti danneggiati da traumi o patologie. Saranno anche considerati i metodi più avanzati di fabbricazione di costrutti funzionali e di selezione e modifica di polimeri. Inoltre, saranno discusse strategie per la combinazione di cellule, molecole biologiche, stimoli meccanici, e scaffold per meglio ingegnerizzare scaffold per la rigenerazione di tessuti e organi in vitro e in vivo.
<b>Computational Biophysics</b>	
Modulo A	<i>Physical Modeling in Biomolecules</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire le competenze di base in meccanica statistica classica di sistemi in equilibrio termodinamico, e introdurre alcune nozioni di meccanica statistica di non-equilibrio ed elementi base di fisica-chimica. Gli studenti saranno in grado di comprendere la connessione tra meccanica e termodinamica di sistemi a molte particelle e di verificare se i risultati di simulazioni numeriche sono consistenti con le condizioni teoriche attese.
Modulo B	<i>Computer Simulations of Biomolecules</i> : Il corso fornisce gli strumenti teorici e pratici necessari per effettuare simulazioni atomistiche di dinamica molecolare e calcoli di quantità termodinamiche. Vengono illustrati i principali algoritmi per l'integrazione dell'equazione del moto e per il calcolo di quantità termodinamiche. Nella seconda parte del corso, gli studenti applicheranno queste competenze a simulazioni molecolari atomistiche effettuate tramite software professionale open source.
<b>Biomedical Data Analysis</b>	
Modulo A	<i>Fundamentals of Bioengineering</i> : Dopo un'introduzione delle grandezze fisiche di interesse e della loro interazione con i tessuti biologici, saranno affrontati i processi di acquisizione e formazione delle immagini relativamente alle tecniche di radiografia, alla tomografia assiale computerizzata, alla risonanza magnetica ed all'ecografia. Il corso include delle attività pratiche di laboratorio dove gli studenti potranno approfondire i temi trattati durante le lezioni.





Modulo B	<i>Biomedical Signal Processing</i> : Dopo un'introduzione sul contenuto informativo associato ai segnali biomedici, saranno discussi processi di elaborazione ed analisi di segnali 1D, 2D, 3D e 4D attraverso esempi pratici e dati reali. Tra gli argomenti trattati nel corso, si approfondiranno i concetti di point-spread-function, sogliatura, time-space and time-frequency analysis. Tra gli esempi pratici, saranno discussi i processi di elaborazione dei segnali alla base dell'imaging con contrast, dell'imaging Doppler e della tomografia.
<b>Data Mining</b>	
Modulo A	<i>Machine Learning</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire una conoscenza degli aspetti teorici e pratici dell'apprendimento automatico, delle tecniche principali di apprendimento e di ragionamento probabilistico. Al termine del percorso, gli studenti saranno in grado di descrivere le principali tecniche di apprendimento esistenti, le loro caratteristiche e limitazioni; padroneggiare le tecniche di ragionamento probabilistico; modellizzare semplici scenari probabilistici tramite reti Bayesiane; realizzare programmi di apprendimento da esempi che siano adatti alle esigenze dello specifico problema da risolvere.
Modulo B	<i>Laboratory of Biological Data Mining</i> : L'obiettivo è fornire le nozioni teoriche sulle tecniche specifiche sviluppate per il mining di dati genomici e trascrittomici e le competenze pratiche per preprocessare e applicare tecniche di mining a dati biologici. Al termine del modulo gli studenti saranno in grado di ricordare e discutere le tecniche presentate, leggere la letteratura scientifica su tecniche simili, preprocessare e applicare tecniche di mining a specifici tipi di dati, riportare e presentare i risultati.
<b>Mathematical Modeling and Simulation</b>	
Modulo A	<i>Network Modeling and Simulation</i> : Gli studenti impareranno a conoscere i processi biologici attraverso l'uso di modelli formali, dove gli aspetti principali sono quelli quantitativi e dinamici. Le entità biologiche vengono studiate enfatizzando i comportamenti emergenti che risultano dalle interazioni tra le componenti del sistema biologico. Lo studente apprenderà un insieme di capacità tecniche interdisciplinari con nozioni di biologia, matematica applicata e informatica per studiare tali sistemi.
Modulo B	<i>Mathematical Modeling in Biology</i> : Il corso ha lo scopo di introdurre gli studenti all'uso di modelli dinamici in biologia, concentrandosi sui modelli a compartimenti basati su equazioni differenziali ordinarie. Verranno fornite le nozioni di base sui sistemi di equazioni differenziali ordinarie, e presentato software per simularle e analizzarle al computer. Gli aspetti teorici verranno discussi insieme alle applicazioni a sistemi biologici di interesse, come le reazioni enzimatiche, le reti molecolari, i neuroni ed altri sistemi eccitabili, le interazioni virus-sistema immunitario, le catene alimentari in ecologia.
<b>Foundations of Entrepreneurship in Biotech and Pharma</b>	
Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze di base per comprendere le sfide e le opportunità associate alla creazione di nuove aziende. Per far ciò, sono analizzati gli elementi e il processo di formazione di una start-up, le caratteristiche che ne determinano il successo, nonché le tecniche di valutazione strategica di nuove idee e il rapporto tra innovazione tecnologica e definizione di un modello di business sostenibile.	
<b>Knowledge Graph Engineering</b>	
Questo corso affronta una delle cinque tematiche (le 5 V) che sono centrali nei "big data", ossia "variety". È un corso che crea le competenze di "Data Scientist". Il corso mira a fornire allo studente gli strumenti, metodologie e tecnologie, necessarie per affrontare con successo e minimo sforzo il	



problema del modeling e della integrazione di dati che sono contenuti in data base eterogenei o nel Web.

**La lista degli esami si completa con almeno 12 crediti a scelta libera fra tutti i corsi attivi presso il Centro di Biologia Integrata, il Dipartimento di Ingegneria e Scienza dell'Informazione, il Dipartimento di Fisica e il Dipartimento di Matematica. Possono anche essere scelti corsi attivi presso altri Dipartimenti o Centri, mediante approvazione del piano degli studi. Non possono essere scelti esami offerti da lauree triennali come esami a libera scelta.**





**Tabella 2** Articolazione del “Corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale - PERCORSO BIOTECHNOLOGICAL TRACK” per la coorte a.a. 2023/2024 e successivi.

**I ANNO DI CORSO**

**Insegnamenti obbligatori**

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
<b>Biostatistics</b>				
Linear Algebra for Statistics	6	MAT/06	Affine	----
Probability and Computing for Statistics	6	MAT/06	Affine	----

<b>Data Mining</b>				
Machine Learning	6	INF/01	Affine	----
Laboratory of Biological Data Mining	6	ING-INF/05	Affine	----
<i>Agli studenti che nella carriera precedente non hanno accumulato sufficienti crediti in corsi di Programmazione e Algoritmi e Strutture Dati verrà invece assegnato il seguente corso:</i>				
<b>Scientific Programming</b>				
Programming	6	INF/01	Affine	----
Algorithms and Data Structures	6	INF/01	Affine	----

<b>Genomics</b>				
Computational Microbial Genomics	6	BIO/18	Caratterizzante	----
Computational Human Genomics	6	BIO/11	Caratterizzante	----

<b>Biotechnology Engineering</b>				
Genetic and Metabolic Engineering	6	ING-IND/34	Caratterizzante	----
Tissue Engineering	6	ING-IND/34	Caratterizzante	----
<i>Agli studenti che nella carriera precedente non hanno accumulato sufficienti crediti* in corsi di Chimica e Biochimica verrà invece assegnato il seguente corso:</i>				
<b>Chemistry and Biochemistry</b>				
Organic and Biological Chemistry	6	CHIM/06	Caratterizzante	----
Experimental Biochemistry	6	CHIM/06	Caratterizzante	----

<b>Inglese</b>	3	L-LIN/12	Ulteriori attività formative	
----------------	---	----------	------------------------------	--

**I E II ANNO DI CORSO**

**36 crediti a scelta tra:**

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
<b>Scientific Programming*</b>				
Programming	6	INF/01	Caratterizzante	----
Algorithms and Data Structures	6	INF/01	Caratterizzante	----
<b>Bioinformatics</b>				
Algorithms for Bioinformatics	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
Bioinformatic Resources	6	INF/01	Caratterizzante	----
<b>Advanced Data Analysis</b>				
Regression and Classification Models	6	MAT/06	Caratterizzante	----
Network-based Data Analysis	6	INF/01	Caratterizzante	----
<b>Biotechnology Engineering*</b>				
Genetic and Metabolic Engineering	6	ING-IND/34	Caratterizzante	----
Tissue Engineering	6	ING-IND/34	Caratterizzante	----
<b>Molecular Physics</b>				
Quantum Mechanics	6	FIS/01	Caratterizzante	----
Quantum Chemistry	6	FIS/02	Caratterizzante	----
<b>Biomedical Data Analysis</b>				
Fundamentals of Bioengineering	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
Biomedical Signal Processing	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
<b>Computational Biophysics</b>				



Physical Modelling in Biomolecules	6	FIS/02	Caratterizzante	----
Computer Simulations of Biomolecules	6	FIS/03	Caratterizzante	----
<b>Data Mining</b>				
Machine Learning	6	INF/01	Caratterizzante	----
Laboratory of Biological Data Mining	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
<b>Mathematical Modeling and Simulation</b>				
Network Modeling and Simulation	6	INF/01	Caratterizzante	----
Mathematical Modeling in Biology	6	MAT/05	Caratterizzante	----
<b>Knowledge Graph Engineering</b>	6	ING-INF/05	Caratterizzante	
<b>Foundations of Entrepreneurship in Biotech and Pharma</b>	6	SECS-P/07	Caratterizzante	----

\*se non già previsti come corsi obbligatori

## II ANNO DI CORSO

<b>Corsi a libera scelta</b>	12	----	Altre attività	----
<b>Tirocinio</b>	6	----	Altre attività	----
<b>Prova Finale</b>	15	----	Altre attività	----



Articolazione del “Corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale - PERCORSO QUANTITATIVE TRACK” per la coorte a.a. 2023/2024 e successivi.

**I ANNO DI CORSO**

**Insegnamenti obbligatori**

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
<b>Molecular Biology of the Cell</b>				
Molecular Basis of Cell Structure and Function	6	BIO/13	Caratterizzante	----
Cellular and Molecular Dynamics	6	BIO/09	Caratterizzante	----

<b>Chemistry and Biochemistry</b>				
Organic and Biological Chemistry	6	CHIM/06	Caratterizzante	----
Experimental Biochemistry	6	CHIM/06	Caratterizzante	----

<b>Advanced Data Analysis</b>				
Regression and Classification Models	6	MAT/06	Affine	----
Network-based Data Analysis	6	INF/01	Affine	----
<b>Inglese</b>	3	L-LIN/12	Ulteriori attività formative	

**I o II ANNO DI CORSO**

**Insegnamenti obbligatori**

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
<b>Mathematical Modeling and Simulation</b>				
Network Modeling and Simulation	6	INF/01	Affine	----
Mathematical Modeling in Biology	6	MAT/05	Affine	----
<i>O in alternativa:</i>				
<b>Molecular Physics</b>				
Quantum Mechanics	6	FIS/01	Affine	----
Quantum Chemistry	6	FIS/02	Affine	----

**I E II ANNO DI CORSO**

**36 crediti a scelta tra:**

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
<b>Scientific Programming</b>				
Programming	6	INF/01	Caratterizzante	----
Algorithms and Data Structures	6	INF/01	Caratterizzante	----
<b>Bioinformatics</b>				
Algorithms for Bioinformatics	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
Bioinformatic Resources	6	INF/01	Caratterizzante	----
<b>Genomics</b>				
Computational Microbial Genomics	6	BIO/18	Caratterizzante	----
Computational Human Genomics	6	BIO/11	Caratterizzante	----
<b>Biotechnology Engineering</b>				
Genetic and Metabolic Engineering	6	ING-IND/34	Caratterizzante	----
Tissue Engineering	6	ING-IND/34	Caratterizzante	----
<b>Molecular Physics*</b>				
Quantum Mechanics	6	FIS/01	Caratterizzante	----
Quantum Chemistry	6	FIS/02	Caratterizzante	----
<b>Biomedical Data Analysis</b>				
Fundamentals of Bioengineering	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
Biomedical Signal Processing	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
<b>Computational Biophysics</b>				
Physical Modelling in Biomolecules	6	FIS/02	Caratterizzante	----
Computer Simulations of Biomolecules	6	FIS/03	Caratterizzante	----



<b>Data Mining</b>				
Machine Learning	6	INF/01	Caratterizzante	----
Laboratory of Biological Data Mining	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
<b>Mathematical Modeling and Simulation*</b>				
Network Modeling and Simulation	6	INF/01	Caratterizzante	----
Mathematical Modeling in Biology	6	MAT/05	Caratterizzante	----
<b>Knowledge Graph Engineering</b>	6	ING-INF/05	Caratterizzante	
<b>Foundations of Entrepreneurship in Biotech and Pharma</b>	6	SECS-P/07	Caratterizzante	----

\*se non già previsti come corsi obbligatori

## **II ANNO DI CORSO**

<b>Corsi a libera scelta</b>	12	----	Altre attività	----
<b>Tirocinio</b>	6	----	Altre attività	----
<b>Prova Finale</b>	15	----	Altre attività	----