



## GUIDA DIDATTICA del CORSO di LAUREA MAGISTRALE in BIOINFORMATICA

Anno accademico 2024/2025

### L'orizzonte culturale

Scopo della **laurea magistrale in Bioinformatica** è la formazione di una figura professionale di ricercatore che possieda competenze in biologia e in informatica di alto profilo culturale e metodologico. Al corso di laurea possono accedere studenti in possesso di laurea triennale di tipo biologico (nelle classi di Biologia e Biotecnologie) e non biologico (nelle classi di Fisica, Matematica, Informatica e Ingegneria Informatica). Per le due tipologie di studenti sono previsti due *curricula* complementari, uno che include in prevalenza esami di informatica per gli studenti provenienti da lauree di tipo biologico (*curriculum* informatico), e l'altro che include esami di biologia per i non biologi (*curriculum* biomedico), e un percorso comune, costituito da corsi di bioinformatica e biologia avanzati, statistica biomedica, medicina personalizzata. Circa un terzo dell'impegno complessivo sarà dedicato all'elaborazione di un progetto di ricerca individuale che sarà portato avanti presso uno dei gruppi di ricerca del Dipartimento o presso gruppi di ricerca esterni secondo quanto previsto dal Regolamento. Gli studenti della LM in Bioinformatica fruiscono di un'aula informatizzata, che è utilizzata per le lezioni e, nel tempo restante, è lasciata a disposizione degli studenti per studiare e lavorare ai progetti dei corsi.

### Il corso di studi in breve

Il *curriculum* Informatico, per studenti provenienti da corsi di LT nelle classi di Biologia e Biotecnologie, comprende corsi di informatica di base, con particolare riferimento a basi di dati, programmazione e laboratori di informatica e applicazioni *web*, e corsi di biologia avanzata, genomica e proteomica.

Il *curriculum* Biomedico, per studenti provenienti da corsi di LT nelle classi di Informatica, Ingegneria Informatica, Fisica e Matematica, comprende corsi di base in biologia, chimica, biochimica, genetica, biologia cellulare e dello sviluppo, biologia molecolare e bioinformatica.

Entrambe le tipologie di studenti seguono inoltre corsi di bioinformatica avanzata, biologia e bioinformatica strutturale, biologia sintetica e *bioimaging*, statistica biomedica, genomica dei microrganismi, medicina personalizzata.

Circa un terzo dell'impegno orario complessivo sarà dedicato all'elaborazione di un progetto di ricerca individuale in uno dei gruppi dell'Ateneo che fanno ricerca in bioinformatica.

### Requisiti di ammissione

1. Per essere ammessi al corso di Laurea Magistrale in Bioinformatica occorre essere in possesso di una laurea di primo livello o diploma universitario di durata triennale o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo.
2. Sono previsti specifici criteri di accesso che prevedono, comunque, il possesso di requisiti curriculari e l'adeguatezza della personale preparazione dello studente. I requisiti per l'accesso saranno valutati da

una commissione composta dal Coordinatore del CdLM e due docenti afferenti al CdLM e proposti dal Coordinatore stesso.

3. I requisiti richiesti per l'accesso sono:

(a) Laurea di durata triennale nelle classi di laurea L-12 (DM 509) e L-13 (DM 270) Scienze Biologiche, e L-1 (DM 509) e L-2 (DM 270) Biotecnologie da cui si accede direttamente al corso senza debito formativo.

oppure

(b) per i laureati di area non biologica, la commissione di cui al punto 2 si riserva di ammetterli dopo valutazione del *curriculum* pregresso. Per colmare un eventuale debito formativo lo studente dovrà superare una valutazione da parte dei docenti identificati dalla Commissione di cui al punto 2.

### **Modalità di accesso**

L'accesso alla laurea magistrale è previsto da corsi di Laurea in: Scienze Biologiche, Biotecnologie, Bioinformatica, Medicina, Scienze e Tecnologie Farmaceutiche, (*Curriculum* Informatico); da Informatica, Matematica, Ingegneria Informatica, Fisica e Scienze e Tecnologie Chimiche (*Curriculum* Biomedico). È richiesta una buona conoscenza della lingua inglese, che sarà valutata, prima dell'immatricolazione, con un apposito test telematico. Gli studenti che non dovessero superare il test potranno comunque immatricolarsi, ma dovranno seguire un percorso di studio che comprenda anche un corso di Inglese tra quelli erogati nella Macroarea di Scienze. Lo studente in possesso di un attestato/certificato comprovante un grado di conoscenza avanzato della lingua inglese, potrà sottoporlo al docente coordinatore del corso per una valutazione, in funzione dell'esonero dall'obbligo della prova di verifica preliminare di cui sopra.

### **Possibilità di *part-time***

È possibile richiedere l'immatricolazione o l'iscrizione a tempo parziale (*part-time*), pagando i contributi universitari in misura ridotta con tempi di percorso didattico più lunghi, allo scopo di evitare di andare fuori corso. L'opzione non è aperta a studenti fuori corso.

Il regolamento per il *part-time* è disponibile all'indirizzo <http://delphi.uniroma2.it> utilizzando il *link* "iscrizione come studente a tempo parziale" insieme alle tabelle e alle procedure previste per questo tipo di iscrizione.

### **Date per le immatricolazioni al corso di laurea magistrale in Bioinformatica**

Termine immatricolazione: come indicato sul bando di ammissione al corso di laurea

Scadenza immatricolazioni: come indicato sul bando di ammissione al corso di laurea

Per informazioni consultare il seguente link:

<https://scienze.uniroma2.it/2022/10/13/immatricolazioni/>

<u>Inizio delle lezioni:</u>	I° semestre	30 settembre 2024	-	20 dicembre 2024
	II° semestre	3 marzo 2025	-	23 maggio 2025

### **Trasferimenti**

Il trasferimento da altri atenei può essere accolto in base alle possibilità logistiche e allo studente potranno essere riconosciuti i crediti conseguiti nella carriera pregressa. Gli studenti dovranno presentare domanda preliminare entro i termini indicati sul bando di ammissione.

### **Obiettivi formativi**

La laurea magistrale in Bioinformatica consente di ottenere una solida conoscenza di base nei diversi settori della bioinformatica: progettazione, costruzione e utilizzo di banche dati di interesse biologico; capacità di sviluppare e utilizzare strumenti informatici per la manipolazione e l'analisi di sequenze e strutture biologiche; genomica; conoscenza di metodologie informatiche di apprendimento automatico (reti neurali, modelli di Markov, algoritmi genetici); capacità di utilizzare strumenti di grafica molecolare, modellazione molecolare, dinamica molecolare, docking molecolare, conoscenza approfondita di metodi e strumenti di biologia strutturale; conoscenze di strumenti e modelli statistici di interesse biomedico; abilità di approccio a problemi di genomica e proteomica; uso di linguaggi di programmazione e di *scripting*; conoscenza di base dei sistemi operativi e applicazioni web; conoscenza di base di statistica biomedica e di statistica applicata a problemi di interesse bioinformatico; studio del microbiota; biologia sintetica e *bioimaging*; analisi e utilizzo di dati per la medicina personalizzata.

Il corso è stato costruito in conformità a esperienze analoghe che hanno successo in Gran Bretagna, Germania, Stati Uniti, Australia, Israele e altri paesi, sfruttando le competenze dei numerosi e autorevoli gruppi di ricerca presenti nella Macroarea di Scienze.

### **Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i descrittori di Dublino del titolo di studio**

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

Il laureato magistrale in Bioinformatica: conosce la genomica e la biologia moderna dedicata al settore; possiede buone conoscenze di genetica a livello molecolare e cellulare; possiede buone conoscenze informatiche con particolare riferimento ai linguaggi di programmazione e *scripting*, alle basi di dati, agli algoritmi; possiede una buona formazione biologica di base e delle sue applicazioni, con particolare riguardo all'ambito molecolare, riguardo biomolecole in condizioni normali e alterate, alle loro interazioni reciproche in cellule, tessuti e organismi, alla regolazione dell'espressione genica e agli effetti ambientali; possiede una buona conoscenza dei principali strumenti matematici, statistici, informatici, fisici e chimici; possiede una conoscenza di base approfondita e completa degli strumenti informatici necessari ad elaborare i diversi tipi di dati di interesse biologico (sequenze e strutture nucleotidiche e proteiche, genomi, dati di trascrittomica, proteomica, interattomica e biologia sintetica); possiede un'ottima padronanza dei metodi matematici e statistici applicati alla gestione dei dati sperimentali; possiede le competenze per progettare in maniera autonoma programmi di ricerca nel settore della bioinformatica; possiede un'approfondita conoscenza dello stato dell'arte nei settori di ricerca della bioinformatica e della biologia cellulare e molecolare sa utilizzare e/o sviluppare gli strumenti informatici necessari alla risoluzione dei problemi di interesse biomedico; è in grado di effettuare analisi genomiche, proteomiche, interattomiche e strutturali; possiede capacità di *problem solving*; è in grado di applicare il metodo scientifico e di redigere rapporti tecnico-scientifici sull'attività svolta, sia in Italiano che in Inglese; ha padronanza delle tecniche di programmazione; ha padronanza delle metodiche sperimentali nel settore informatico; ha padronanza delle metodiche nel settore della implementazione e gestione di banche dati di tipo biologico; ha padronanza delle metodiche nel settore della analisi di biosequenze, del *protein modelling*, *molecular dynamics simulation* e *drug design*. Queste competenze sono ottenute tramite insegnamenti e attività di laboratorio e durante lo svolgimento della tesi. La verifica delle conoscenze e della capacità di comprensione è eseguita tramite prove pratiche, scritte e orali e all'esame di laurea.

### Autonomia di giudizio (making judgements)

I laureati magistrali devono: essere in grado di eseguire autonomamente osservazioni ed esperimenti nel settore della bioinformatica; avere capacità di ragionamento critico e di valutazione dei dati per razionalizzarli in un modello interpretativo.

### Abilità comunicative (communication skills)

I laureati magistrali devono: essere in grado di lavorare in un gruppo interdisciplinare; essere in grado di comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità le proprie conoscenze o i risultati della propria ricerca, sia in forma scritta che orale, adeguando il livello della comunicazione agli interlocutori cui è rivolta; saper comunicare efficacemente anche in lingua inglese. Tali abilità saranno acquisite durante i corsi e durante la preparazione della tesi e con la partecipazione a gruppi di studio e attività seminariali anche in inglese. La verifica avverrà durante queste attività e nella prova finale.

### Capacità di apprendimento (learning skills)

I laureati magistrali devono: saper apprendere in modo autonomo attingendo a testi avanzati in lingua italiana e inglese; saper eseguire ricerche bibliografiche anche di livello avanzato, selezionando gli argomenti rilevanti; essere in grado di ottenere e utilizzare dati pubblici di archivio per le proprie ricerche. Queste capacità sono acquisite progressivamente durante gli insegnamenti, nelle esercitazioni bibliografiche e nei tirocini, anche attraverso lo studio di specifici problemi di ricerca, e durante il lavoro di tesi, affrontando nuovi campi di ricerca. Sono anche verificate *in itinere* durante gli esami.

### Ambiti occupazionali previsti per i laureati

Molti sbocchi professionali sono disponibili soprattutto nell'ambito di attività di ricerca e accademiche. Offerte di lavoro per bioinformatici giungono da parte di istituti di ricerca sia privati che pubblici. Sbocchi professionali sono anche disponibili presso: centri di calcolo, laboratori operanti nel campo biomedico, biotecnologico, biofarmaceutico, biologico-molecolare, medicina personalizzata, agroalimentare, farmacologico, ambientale e bio-nanotecnologico; enti ospedalieri; industrie agro-alimentari; industrie farmaceutiche; industrie chimiche.

## **Struttura della didattica**

### Frequenza

Gli insegnamenti hanno una durata semestrale e/o annuale. La frequenza alle lezioni non è obbligatoria, ma vivamente consigliata, soprattutto per i corsi che prevedono una parte pratica importante.

### Tirocini/Stage

L'attività di tirocinio/stage è curriculare nel corso di laurea in Bioinformatica (<https://www-2022.scienze.uniroma2.it/2022/10/31/stage-e-tirocini-lm-6/>). L'Ateneo ha attivato un servizio di assistenza per i tirocini esterni (<https://www-2022.scienze.uniroma2.it/2023/02/26/periodi-di-ospitalita-presso-strutture-esterne-allateneo/>)

## **Tirocinio e Prova finale**

Il tirocinio consiste nella realizzazione di un progetto di ricerca originale di contenuto bioinformatico, con un relatore interno o esterno, come di seguito specificato. Lo studente acquisisce per il curriculum Informatico 49 CFU, di cui 46 CFU per il Tirocinio Sperimentale e per Ulteriori Attività Formative (art. 10, comma 5, lettera d) e 3 CFU per la Prova Finale, per il curriculum Biomedico 46 CFU, di cui 43 CFU per il Tirocinio Sperimentale e per Ulteriori Attività Formative (art. 10, comma 5, lettera d) e 3 CFU per la Prova Finale. La prova finale consiste nella preparazione e discussione di un'ampia relazione

scritta, frutto di una originale e autonoma elaborazione dello studente nel settore prescelto e derivante dalla attività sperimentale in laboratorio su un argomento attuale di ricerca proposto dal relatore. La compilazione della relazione deve attenersi alle regole e allo stile descritti in <https://www-2022.scienze.uniroma2.it/2022/10/31/lauree-lm-6/>. In caso di relatore esterno (ovvero relatore non appartenente alla Docenza impegnata nei CdS di area biologica), il lavoro di tesi e la stesura della relazione saranno anche seguiti da un relatore interno, cui lo studente dovrà fare riferimento con aggiornamenti regolari. La relazione potrà anche essere redatta in lingua inglese, comportando un incremento di punteggio nel voto finale di laurea. Si ricorda che è comunque obbligatorio presentare la versione in italiano della relazione scritta. La discussione avviene in seduta pubblica davanti a una commissione di docenti che esprime la valutazione complessiva in centodecimi, eventualmente anche con la lode. Ai fini del voto finale di laurea saranno incentivati anche quegli studenti che avranno maturato un'esperienza all'estero.

Per informazioni: <https://www-2022.scienze.uniroma2.it/2022/11/01/bioinformatica/>  
<https://lmbioinfo.bio.uniroma2.it/>

**OFFERTA FORMATIVA**  
**Curriculum "BIOMEDICO"**

**1° ANNO**

**I° semestre**

[C]	Bio/18	Genetica	6 cfu
[AI]	Bio/10	Biochimica	6 cfu
[C]	Bio/11	Bioinformatica Strutturale	6 cfu
[C]	Med/01	Statistica Biomedica	6 cfu
[C]	Bio/11	Biologia Molecolare e Bioinformatica	9 cfu
[AI]	Chim/03	Chimica generale	6 cfu
[C]	Bio/06	Fondamenti di Biologia Cellulare e dello Sviluppo	3 cfu

**II° semestre**

[C]	Bio/11	Biologia Sintetica e Bioimaging	6 cfu
[C]	Bio/11	Biologia computazionale e metodologie high throughput	6 cfu
[C]	Bio/06	Fondamenti di Biologia Cellulare e dello Sviluppo	3 cfu

**2° ANNO**

**I° semestre**

[C]	Bio/19	Genomica e Bioinformatica dei Microrganismi	6 cfu
[AI]	Med/03	Medicina Traslazionale e Personalizzata	3 cfu
		Attività a scelta	8 cfu

**2° ANNO**

**II° semestre**

[F]	---	Tirocinio	3 cfu
[E]	---	Prova Finale	43 cfu

**Curriculum "INFORMATICO"**

**1° ANNO**

**I° semestre**

[AI]	Inf/01	Programmazione e Laboratorio di Programmazione	6 cfu
[AC]	Med/07	Applicazioni Web per la Biomedicina	6 cfu
[C]	Bio/11	Bioinformatica Strutturale	6 cfu
[C]	Med/01	Statistica Biomedica	6 cfu
[C]	Bio/19	Genomica e Bioinformatica dei Microrganismi	6 cfu

**II° semestre**

[C]	Bio/18	Biologia dei Sistemi	6 cfu
[C]	Bio/10	Proteomica Cellulare e Principi di Proteomica	6 cfu
[C]	Bio/11	Biologia Sintetica e <i>Bioimaging</i>	6 cfu
[C]	Bio/11	Biologia computazionale e metodologie high throughput	6 cfu

**2° ANNO**

**I° semestre**

[AI]	Inf/01	Basi di Dati	6 cfu
[AI]	Med/03	Medicina Traslationale e Personalizzata	3 cfu
		Attività a scelta	8 cfu

**II° semestre**

[F]	---	Tirocinio	3 cfu
[E]	---	Prova Finale	46 cfu

*Legenda:*

[C] *Insegnamenti Caratterizzanti*

[AI] *Insegnamenti Affini e Integrativi*

[D] *A scelta dello studente*

[F] *Tirocini formativi e di orientamento*

[E] *Prova finale*

\* \* \* \* \*

**Corsi a Scelta**

Gli insegnamenti di Attività a Scelta (AAS) dello studente sono proposti dal CdLM per ogni Anno Accademico, e pertanto hanno **decorrenza annuale**. Le AAS sono organizzate come lezioni frontali e/o esercitazioni di laboratorio e alcune sono tenute in lingua inglese. L'elenco delle AAS per l'AA 2020/21, i docenti, i semestri di attivazione e le modalità di certificazione sono presenti al seguente link: <https://www-2022.scienze.uniroma2.it/2022/10/31/attivita-a-scelta-lm-6/>.

Gli studenti del CdLM in Bioinformatica possono sostenere le AAS riservate ai CdLM oppure possono

anche utilizzare come AAS tutti gli insegnamenti curriculari di altri CdL e CdLM all'interno dell'Ateneo di pari livello (previa approvazione da parte della Commissione Didattica preposta). L'acquisizione dei crediti delle attività a scelta è possibile solo al completamento di tutti i CFU richiesti (8 CFU).

\* \* \* \* \*

### **Programmi degli insegnamenti**

Maggiori informazioni e aggiornamenti sono disponibili nelle schede insegnamento consultabili all'indirizzo: <https://www-2022.scienze.uniroma2.it/2022/10/31/insegnamenti-lm-6-2/>



Website del CdLM sul sito della MacroArea



Website del CdLM

Le informazioni relative ad ogni insegnamento sono consultabili anche ai seguenti link:

LM Bioinformatica - *link pubblico alla didattica programmata:*

<http://uniroma2public.gomp.it/PublicData?mode=course&iso=ita&uid=1d950a34-32a9-403c-9497-ab5ba278725a>

LM Bioinformatica - *link pubblico alla didattica erogata:*

<http://uniroma2public.gomp.it/PublicData?mode=classRoom&iso=ita&uid=eed401fe-508c-4b99-ab74-449c76612c82>