

<b>Università</b>	Università degli Studi di MILANO
<b>Classe</b>	L-2 R - Biotecnologie
<b>Nome del corso in italiano</b>	Biotecnologie mediche <i>modifica di:</i> <i>Biotecnologie mediche (1348784.)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Medical Biotechnology
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano, inglese
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	DAB
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	17/12/2024
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	14/01/2025
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	09/01/2014 -
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="https://biotecnologiemediche.cdl.unimi.it/">https://biotecnologiemediche.cdl.unimi.it/</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	Biotecnologie mediche e medicina traslazionale
<b>Altri dipartimenti</b>	Fisiopatologia medico-chirurgica e dei trapianti Scienze biomediche per la salute Scienze cliniche e di comunità
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	48 - max 48 CFU, da DM 931 del 4 luglio 2024
<b>Corsi della medesima classe</b>	• Biotecnologia
<b>Numero del gruppo di affinità</b>	1

### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-2 R Biotecnologie**

#### **a) Obiettivi culturali della classe**

I corsi della classe hanno l'obiettivo di formare laureate e laureati esperti nelle scienze biotecnologiche, con una preparazione interdisciplinare e bilanciata che permetta loro di inserirsi nel mondo del lavoro e/o di proseguire gli studi in corsi di laurea magistrale. Le laureate e i laureati nei corsi della classe devono:

- possedere una adeguata conoscenza di base dei sistemi biologici, interpretati in chiave molecolare e cellulare utile per sviluppare una professionalità operativa nei settori biotecnologici;
- conoscere le metodologie disciplinari ed essere in grado di applicarle in situazioni concrete e nei contesti delle biotecnologie con una visione globale di salute, benessere e di sostenibilità delle applicazioni;
- conoscere le normative e le problematiche deontologiche e bioetiche anche al fine di comprendere l'impatto delle soluzioni biotecnologiche nel contesto sociale;
- possedere le basi culturali e metodologiche per l'applicazione delle piattaforme multidisciplinari che caratterizzano l'operatività biotecnologica per la produzione di beni e di servizi attraverso l'analisi, l'uso e lo sviluppo di sistemi biologici;
- possedere le basi culturali e metodologiche per comprendere le innovazioni tecnologiche nel campo delle biotecnologie e le nuove applicazioni delle tecnologie omiche e della bioinformatica, della biologia dei sistemi e dell'editing genomico applicate allo studio e all'utilizzo degli organismi viventi;
- acquisire, in relazione ai differenti obiettivi formativi dei corsi della classe, conoscenze teoriche, metodologiche e pratiche delle biotecnologie nel campo industriale, della chimica fine, agro-alimentare, ambientale ed energetico, farmaceutico, medico e veterinario.

#### **b) Contenuti disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe**

I corsi della classe comprendono in ogni caso attività finalizzate all'acquisizione di:

- conoscenze di base di matematica, fisica, informatica e statistica, di chimica e di biologia necessarie per la formazione nel campo delle biotecnologie. Le attività formative saranno, inoltre rivolte ad acquisire: - le conoscenze essenziali sulla struttura e sul funzionamento dei sistemi biologici in condizioni fisiologiche, patologiche anche grazie all'utilizzo di appropriati modelli sperimentali, per comprenderne le logiche molecolari, informazionali e integrative;
- gli strumenti teorici e tecnico-pratici per analizzare e utilizzare, anche modificandoli, organismi, cellule o loro componenti, e per applicare biotecnologie innovative alla identificazione, alla caratterizzazione, allo studio, alla progettazione e alla produzione di molecole e sistemi biologici;
- conoscenze degli aspetti di regolamentazione, responsabilità e bioetica, oltre che economici e di gestione aziendale. Al fine di acquisire competenze in specifici ambiti applicativi (quali l'agro-alimentare, l'industriale, il chimico, il farmaceutico, il medico e il medico veterinario) e coerentemente con gli obiettivi formativi specifici, i corsi della classe selezioneranno opportunamente gli ambiti disciplinari delle attività formative caratterizzanti per formare specifiche figure professionali capaci di operare con approcci e metodologie comuni nei diversi ambiti.

#### **c) Competenze trasversali non disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe**

Le laureate e i laureati nei corsi della classe devono essere capaci di:

- lavorare in gruppi costituiti anche da esperti provenienti da settori diversi;

- operare con autonomia in attività esecutive e inserirsi prontamente negli ambienti lavorativi;
- mantenersi aggiornati sugli sviluppi delle scienze e tecnologie;
- comunicare efficacemente i risultati delle attività condotte, in forma scritta e orale;
- valutare le implicazioni delle proprie attività in termini di sostenibilità ambientale e impatto nel contesto sociale;
- conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche;
- essere in grado di promuovere e gestire la digitalizzazione dei processi e dei servizi negli ambiti di competenza.

#### **d) Possibili sbocchi occupazionali e professionali dei corsi della classe**

Le laureate e i laureati nei corsi della classe potranno trovare impiego con ruoli tecnici in diversi ambiti biotecnologici, quali l'agro-alimentare, l'ambientale, il diagnostico, l'energetico, della chimica fine, l'industriale, il farmaceutico, il cosmetico, il nutraceutico, il medico e il medico veterinario, nonché nell'ambito del controllo di qualità, della promozione di prodotti e processi biotecnologici e della comunicazione scientifica.

#### **e) Livello di conoscenza di lingue straniere in uscita dai corsi della classe**

Oltre l'italiano, le laureate e i laureati dei corsi della classe devono essere in grado di utilizzare efficacemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea, con riferimento anche ai lessici disciplinari. f) Conoscenze e competenze richieste per l'accesso a tutti i corsi della classe

Conoscenze di base di matematica e scienze come fornite dalle scuole secondarie di secondo grado.

#### **g) Caratteristiche della prova finale per tutti i corsi della classe**

La prova finale consiste nella discussione di un elaborato su un argomento coerente con gli obiettivi formativi della classe che dimostri la padronanza degli argomenti e l'acquisizione delle competenze, nonché la capacità di operare in modo autonomo. La prova finale può essere collegata a un progetto di ricerca o a una attività di tirocinio o può essere una rielaborazione individuale di ricerche bibliografiche.

#### **h) Attività pratiche e/o laboratoriali previste per tutti i corsi della classe**

I corsi della classe devono prevedere un consistente numero di CFU per attività pratiche e/o di laboratorio finalizzate all'acquisizione di metodiche sperimentali, alla misura, all'elaborazione e interpretazioni dei dati e all'uso delle tecnologie.

#### **i) Tirocini previsti per tutti i corsi della classe**

I corsi della classe possono prevedere tirocini formativi, in Italia o all'estero, presso enti o istituti di ricerca, università, laboratori, aziende e/o amministrazioni pubbliche, anche nel quadro di accordi internazionali.

### **Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione**

Il Corso di Laurea in Biotecnologie mediche nasce dalla riforma dell'omonimo corso attivo nel 2007/08 e rispecchia gli obiettivi di razionalizzazione e qualificazione dell'offerta formativa di cui al D.M. n. 3 luglio 2007, n. 362 (linee generali d'indirizzo della programmazione delle Università per il triennio 2007-2009).

Il Nucleo sottolinea che la trasformazione del Corso di Laurea in Biotecnologie mediche ha permesso di ridurre il numero di insegnamenti ed esami agevolando il percorso di apprendimento degli studenti. In particolare sono state potenziate le discipline di base e la formazione interdisciplinare di carattere metodologico-pratico nelle biotecnologie di base e applicate in campo medico ed è stata migliorata l'armonizzazione fra preparazione di base e professionalizzante.

Per tutte le considerazioni sopraesposte il Nucleo esprime parere favorevole alla proposta.

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

Il giorno 9 gennaio 2014, presso il Dipartimento di Biotecnologie Mediche e Medicina Traslationale, ha avuto luogo un incontro con un esponente di Assobiotech, l'associazione nazionale di Federchimica per lo sviluppo delle biotecnologie, durante il quale il presidente del corso ha presentato il processo di revisione che ha interessato i corsi di laurea di Ateneo in ambito biotecnologico.

Il risultato di tale revisione è stata la riorganizzazione dei corsi di laurea triennale della classe L-2 prevedendo l'attivazione di due soli Corsi di Laurea triennale: uno strutturato su un percorso comune e quattro indirizzi mirati a sviluppare le diverse tematiche "non mediche" delle biotecnologie, quali quelle proprie degli ambiti delle biotecnologie agroalimentari, animali comparate, farmaceutiche, molecolari-bioinformatiche, e uno che rappresenta la prosecuzione del corso di Laurea di Biotecnologie Mediche preesistente.

Sebbene ci fosse piena consapevolezza dell'attrattività del Corso di Laurea così come era proposto sia in termini di sbocchi professionali che relativamente all'accesso a un ulteriore percorso di formazione, è stato comunque necessario rivedere, in ottemperanza ai dettami legislativi, l'ordinamento del corso di Laurea con un orientamento in ambito biomedico fin dal I anno e insegnamenti semplificati nella loro struttura ma aggiornati rispetto ai contenuti. Inoltre, dai report statistici dell'Ateneo emerge che gli studenti proseguono nell'iter formativo, a fronte di ciò si ritiene di sottolineare maggiormente il momento da dedicare all'orientamento e di creare la possibilità che l'internato di tesi possa svolgersi anche presso strutture private.

La rappresentante di Assobiotech si è congratulata per il lavoro svolto mirato alla formazione della figura di un biotecnologo medico di interesse per le industrie che operano nel settore, poiché ben istruito ma non ancora specializzato e quindi più adattabile alle esigenze d'azienda.

Per quanto riguarda l'internato di tesi si potrebbe creare una mappatura di input interni ed esterni per individuare la possibilità di realizzare tirocini importanti presso strutture private, mentre per quanto riguarda la formazione post-laurea sarebbe interessante riuscire a creare piccoli corsi o meglio master di 1° livello.

Si ritiene quindi, che nel complesso il percorso formativo del corso di laurea in Biotecnologie Mediche abbia ottenuto piena approvazione.

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

Il corso di laurea in Biotecnologie Mediche ha l'obiettivo di formare laureate e laureati esperti nelle scienze biotecnologiche applicate all'ambito biomedico, con una preparazione multidisciplinare e bilanciata che permetta loro di proseguire gli studi in corsi di laurea magistrale o di inserirsi nel mondo del lavoro dove operare in autonomia in attività esecutive, soprattutto nei settori della ricerca, della diagnostica, dello sviluppo di terapie farmacologiche avanzate, della procreazione assistita, della medicina legale, sia curando gli aspetti più pratico-metodologici che quelli etici, economici, regolatori.

Questa figura professionale presenterà inoltre buone capacità di comunicazione scientifica, relazionale e di team-working così da essere in grado di partecipare alla programmazione e applicazione di metodologie biotecnologiche in campo biomedico in stretta collaborazione con le altre figure professionali operanti in questo ambito. Inoltre, sarà in grado di promuovere e gestire la digitalizzazione dei processi e dei servizi negli ambiti di competenza.

A tal fine, il percorso formativo è strutturato con attività di base, caratterizzanti, affini e integrative che consentono di acquisire una profonda comprensione dei sistemi biologici a livello cellulare, strutturale, biochimico e molecolare sia in condizioni fisiologiche che patologiche, sulla quale viene costruita una solida conoscenza delle più recenti applicazioni biotecnologiche in medicina e delle tecniche utilizzate a questo scopo, inclusi gli approcci "omici" e bioinformatici, l'editing genomico, le terapie mediche avanzate. La conoscenza di queste innovazioni non si limita alla loro efficacia e utilità in ambito medico ma, attraverso la lente della bioetica, è estesa alle implicazioni morali, sociali e ambientali che ne derivano.

Accanto alle attività didattiche svolte in aula, sono previste attività pratiche condotte presso laboratori didattici dell'ateneo che si differenziano per le metodiche da apprendere e che possono riguardare i settori dell'anatomia e istologia; biologia cellulare, applicata, molecolare; biochimica; genetica; microbiologia. Queste attività pratiche precedono il periodo di tirocinio, che viene svolto presso strutture di ricerca e assistenziali della facoltà di Medicina e Chirurgia, oppure in enti assistenziali o di ricerca non accademici pubblici o privati, o aziende con una vocazione biotecnologica medica, anche a livello internazionale. Il tirocinio sarà la base per la redazione di un elaborato scritto che lo studente dovrà discutere come prova finale per il conseguimento della laurea. Inoltre, le laureate e i laureati in Biotecnologie Mediche saranno preparati a proseguire la loro formazione o a inserirsi negli ambienti di lavoro non solo livello nazionale ma anche internazionale, grazie alla capacità di utilizzare efficacemente la lingua inglese. L'organizzazione di giornate di studio e seminari di approfondimento tenuti in inglese e caratterizzati dalla presenza di ospiti internazionali, la discussione ed elaborazione di lavori scientifici in inglese e la possibilità di trascorrere periodi di soggiorno all'estero durante il periodo del tirocinio favoriranno sia la comprensione che la pratica di questa lingua.

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

L'inserimento delle attività affini all'interno del percorso di studi del corso di laurea in Biotecnologie Mediche è finalizzato a definire profili di laureati con una preparazione particolarmente avanzata dell'utilizzo delle biotecnologie in ambito biomedico e dotati di competenze specialistiche in questo settore. In particolare, tali attività formative, a cui è destinato un numero di CFU pari a 28, consentiranno l'acquisizione di competenze fortemente interdisciplinari relative ai molteplici ambiti della medicina che si avvalgono di un approccio biotecnologico come strumento per la conoscenza dei meccanismi eziologici e fisiopatologici delle malattie e per lo sviluppo di sistemi diagnostici innovativi di precisione e di strategie di intervento terapeutico e/o preventivo sempre più efficaci.

Vengono pertanto offerte attività che completano l'offerta formativa garantendo, rispetto alle specificità che la figura attualmente richiede, una dotazione di competenze trasversali anche rispetto agli interessi e alle inclinazioni personali che lo studente matura durante il corso di studio.

### **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)**

Durante il corso degli studi per conseguire la laurea in Biotecnologie Mediche, saranno acquisite solide conoscenze in ambiti disciplinari differenti, ritenuti determinanti per la definizione del profilo professionale delle/dei laureate/i in questo CdL. Sulla base di questo obiettivo, il corso si articola in insegnamenti di base durante il I anno e insegnamenti caratterizzanti, insegnamenti affini e ad attività integrative durante il successivo biennio.

In particolare, inizialmente verranno acquisite le conoscenze di base relative: alle discipline matematiche e fisiche che sono propedeutiche alla comprensione di alcune applicazioni biotecnologiche in ambito sanitario e delle tecnologie utilizzate a questo scopo; alle discipline chimiche, essenziali per apprendere i principi della chimica generale, inorganica ed organica che sono a loro volta necessari alla comprensione dei processi cellulari che avvengono nell'uomo; alle discipline biologiche, per acquisire quelle basi della biologia generale che saranno il punto di partenza per comprendere i contenuti dei successivi insegnamenti caratterizzanti e affini che includono aspetti specialistici applicati all'area medica di biologia molecolare, cellulare e applicata, genetica, biochimica umana, microbiologia, fisiologia e farmacologia.

Inoltre, verrà maturata una approfondita conoscenza delle più recenti tecniche biotecnologiche quali strumenti per analizzare e utilizzare, anche modificandoli, organismi, cellule o loro componenti, e per identificare, caratterizzare, studiare, progettare o e/o produrre molecole e sistemi biologici. In particolare, saranno oggetto di studio l'editing genetico mediante CRISPR-Cas9, le tecnologie di sequenziamento di nuova generazione, la produzione di proteine ricombinanti e di anticorpi, le tecniche di clonazione e quelle di imaging avanzato, e le loro applicazioni in medicina che includono le terapie a

base di RNA, la terapia genica e terapie avanzate di medicina rigenerativa, la diagnostica molecolare e lo sviluppo di farmaci biotecnologici. Infine, saranno apprese le normative che regolano le biotecnologie mediche, compresi i regolamenti sulla sperimentazione clinica, la gestione dei dati sensibili, e le linee guida etiche che riguardano la manipolazione genetica e la sperimentazione sugli esseri umani. La conoscenza e la capacità di comprensione delle singole discipline sono valutate individualmente attraverso le prove di esame che possono prevedere una prova orale, una prova scritta con quiz a risposta multipla e/o domande a risposta aperta oppure un elaborato scritto.

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

I numerosi insegnamenti caratterizzati da un numero elevato di CFU dedicato ad esercitazioni in laboratorio e lo svolgimento del tirocinio pratico per la preparazione dell'elaborato di laurea, sono una chiara espressione della natura applicativa del CdL. L'acquisizione delle conoscenze e delle competenze, infatti, è reale solo se tradotta nella applicazione concreta di quanto appreso. Per le/i laureate/i in Biotecnologie Mediche questo processo è declinato in diversi ambiti tra i quali la progettazione e l'esecuzione di un esperimento, che comprendono la capacità di formulare domande di ricerca chiare e precise, sviluppare ipotesi testabili basate sulla comprensione della letteratura scientifica e delle teorie esistenti, definire obiettivi specifici. L'applicazione delle conoscenze/competenze sarà tradotta anche nella capacità di selezionare le metodologie appropriate e di gestire e mantenere apparecchiature di laboratorio, garantendo l'accuratezza e la riproducibilità dei risultati sperimentali. Sarà acquisita la capacità di elaborare i dati ottenuti e opportunamente raccolti e archiviati per mantenerne l'integrità, attraverso metodi di analisi statistica, un passaggio fondamentale per consentire l'interpretazione nel contesto dell'ipotesi sperimentale. Si dovrà sapere utilizzare dei software e strumenti bioinformatici per valutare risultati complessi. Si dovrà inoltre essere in grado di identificare eventuali problemi durante il corso dell'esperimento grazie alla capacità di riconoscere anomalie nei dati, errori tecnici e deviazioni dai risultati attesi e di sviluppare la soluzione esplorando approcci alternativi e metodologie nuove. In generale, le/i laureate/i in Biotecnologie Mediche saranno in grado di applicare le conoscenze teoriche acquisite durante il percorso di studi in tutte quelle situazioni reali che caratterizzeranno la loro professione.

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

La presenza di attività formative caratterizzate da approcci teorici e metodologici multidisciplinari e di attività di laboratorio favorisce l'acquisizione di senso critico fondamentale per affrontare eventuali problematiche sperimentali e proporre una soluzione. In particolare, lo svolgimento del tirocinio pratico e la preparazione della prova finale e di altre relazioni, rappresentano strumenti fondamentali per sviluppare le capacità di progettazione degli esperimenti, raccolta e selezione dei dati, e loro interpretazione, per giungere alla formulazione di giudizi scientifici. Le/i laureate/i devono quindi aver acquisito una consapevole autonomia di giudizio con riferimento a: valutazione e interpretazione dei dati sperimentali e di processo, acquisizione di familiarità con il metodo scientifico e capacità di applicarlo in situazioni concrete, con adeguata conoscenza degli aspetti economico-normativi e delle problematiche deontologiche e bioetiche cruciali nell'applicazione delle biotecnologie in campo medico. L'acquisizione del livello dell'autonomia di giudizio verrà valutata mediante verifiche scritte e/o orali.

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

La capacità di comunicare efficacemente con un linguaggio appropriato risultati scientifici e tecnici, sia oralmente che per iscritto, a un pubblico specialistico e non specialistico, l'abilità nel preparare e presentare relazioni di laboratorio, articoli scientifici e poster per eventi o congressi, l'attitudine a collaborare e lavorare in team interdisciplinari, partecipando attivamente a discussioni scientifiche e progetti di ricerca, rappresentano le abilità comunicative che saranno acquisite durante il corso di studio attraverso modalità di didattica innovativa, presentazione e discussione di lavori scientifici, partecipazione ad attività seminariali, che sono parte integrante del percorso formativo del CdL in Biotecnologie Mediche. Un ulteriore strumento per affinare queste abilità comunicative è dato dalla stesura dell'elaborato di laurea e dalla sua presentazione e discussione durante la prova finale. L'adeguata conoscenza della lingua inglese aggiunge ulteriore solidità alla capacità di comunicare delle/dei laureate/i nell'ambito specifico di competenza. Oltre alla valutazione della prova finale, l'acquisizione delle abilità comunicative scritte e orali sia in italiano che in inglese e la familiarità con l'utilizzo dei supporti informatici verranno valutati mediante relazioni scritte e presentazioni orali.

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

L'utilizzo di libri di testo aggiornati, di documentazione tecnica e di informazioni in rete nell'ambito delle attività formative proprie del corso di laurea, permetterà ai laureati di sviluppare quelle capacità di apprendimento che sono loro necessarie per intraprendere studi successivi con un alto grado di autonomia con riferimento alla consultazione e utilizzo di materiale bibliografico, banche dati e altre informazioni in rete. In particolare, verrà maturata la capacità di affrontare l'apprendimento con un approccio autonomo e proattivo che include l'identificazione dei propri bisogni formativi, il continuo aggiornamento circa le più recenti scoperte e innovazioni tecnologiche nel campo delle biotecnologie mediche. Questo processo sarà consentito dalla competenza nella selezione le fonti più adatte e attendibili per reperire informazioni, come riviste specializzate, database online e atti di conferenze scientifiche e dalla capacità di effettuare ricerche bibliografiche approfondite. Inoltre, deve essere sviluppata la capacità di riflettere criticamente sul proprio processo di apprendimento e di apportare miglioramenti sviluppando strategie per un apprendimento continuo e efficace. La capacità di apprendimento verrà valutata mediante verifiche scritte e/o orali.

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

Il corso è ad accesso programmato ai sensi della legge 264/1999 in quanto la specificità della formazione in questo settore esige l'acquisizione da parte degli studenti di abilità pratiche basilari nel campo delle metodologie cellulari, molecolari, morfologiche, microbiologiche e bioinformatiche per le quali è necessaria la disponibilità di laboratori per esercitazioni pratiche adeguate, materiali d'uso e personale tecnico addetto. Il numero degli studenti ammissibili sarà determinato di anno in anno dagli organi accademici competenti previa valutazione delle risorse strutturali, strumentali e di personale disponibili per il funzionamento del corso stesso. Per l'ammissione al corso di laurea in Biotecnologie Mediche occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria di secondo grado di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo ed avere conoscenze di discipline scientifiche di base - biologia, matematica, fisica, chimica - e di comprensione di logica elementare con un grado di approfondimento pari a quello derivante dalla preparazione della scuola media superiore. Poiché i contenuti di alcuni corsi potrebbero essere erogati anche in lingua inglese, è richiesto un livello di conoscenza della lingua sufficiente per la loro comprensione. Il livello di competenza linguistica richiesto e le modalità di accertamento dello stesso, saranno definite con le modalità previste dal Regolamento didattico del corso di laurea. La preparazione iniziale degli studenti sarà verificata con le modalità previste dal Regolamento didattico del corso di laurea. Tale verifica, qualora il numero degli aspiranti al corso fosse superiore al numero indicato, avrà significato selettivo e potranno immatricolarsi al corso di laurea di Biotecnologie Mediche soltanto gli studenti utilmente inseriti nella graduatoria di merito. Inoltre, nel caso in cui la verifica non risulti positiva, saranno assegnati Obblighi Formativi Aggiuntivi (OFA) da soddisfare durante il I anno di corso.

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

La prova finale per il conseguimento della laurea in Biotecnologie mediche consiste nella discussione di un elaborato scritto, redatto dallo studente, inerente all'attività sperimentale svolta durante il tirocinio. Più in dettaglio, durante il tirocinio svolto con la guida di un relatore, lo studente potrà misurarsi con un problema scientifico che affronterà con un approccio sperimentale per valutare la correttezza dell'ipotesi di partenza. I risultati ottenuti, che verranno descritti e interpretati nell'elaborato scritto, saranno presentati il giorno della laurea. L'attività pratica, la stesura dell'elaborato, la sua presentazione e discussione rivestono un ruolo cruciale per la formazione individuale che completa il percorso formativo. L'elaborato di laurea, che potrà essere redatto e discusso in italiano oppure in inglese, avrà un contenuto scientifico soprattutto di natura metodologica con un grado di approfondimento commisurato al numero di crediti assegnati dall'Ordinamento.

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

A seguito del riordino dei corsi di studio realizzato nell'anno 2008 in applicazione del DM270/2004, l'Università degli Studi di Milano aveva attivato cinque diversi corsi di laurea della classe L-2, organizzati con un primo anno condiviso dalle Facoltà coinvolte, a cui facevano seguito due anni di studi caratterizzati da attività didattiche formative su tematiche proprie delle Facoltà di Medicina e Chirurgia, di Farmacia, di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, di Agraria e di Medicina Veterinaria.

Nel 2014, a seguito delle nuove disposizioni previste nel DM 47/2013 relative all'accredimento iniziale e periodico delle sedi e dei corsi di studio universitari, in applicazione a quanto previsto dalla legge 240/2010, l'Ateneo ha promosso un complessivo processo di riorganizzazione dei corsi di laurea, in particolare di quelli triennali. In questo contesto, dopo approfondite discussioni nell'ambito di un tavolo tecnico sul riordino dei corsi di laurea di Biotecnologie promosso dall'Ateneo, si è deciso di riorganizzare quelli triennali della classe L-2 in modo da presentare una offerta formativa che mantenesse la pluralità di tematiche storicamente sviluppata presso l'Università degli Studi di Milano, ma al contempo razionalizzasse le risorse di docenza impiegate, anche alla luce della contrazione di organico in atto negli ultimi anni. Si è quindi deciso di riformulare l'offerta formativa prevedendo l'attivazione di due soli corsi di laurea triennale, uno organizzato su un percorso comune e quattro indirizzi, che permettano di sviluppare le tematiche proprie delle Biotecnologie agroalimentari, animali comparate, farmaceutiche, molecolari-bioinformatiche e un secondo corso di laurea dedicato alle Biotecnologie Mediche.

Le motivazioni per il mantenimento di un corso di laurea di Biotecnologie Mediche nella classe L-2 sono determinate dalla risposta molto positiva dell'utenza studentesca all'offerta formativa rappresentata da tale corso di laurea, come dimostrato dall'elevato numero di domande di ammissione e dalla considerazione che questo percorso permette di soddisfare le esigenze formative per profili professionali in linea con le esigenze del mondo del lavoro, che vedono nell'ambito biomedico il principale sbocco per i laureati in ambito biotecnologico. Inoltre, il lavoro svolto in questi anni all'interno del corso di laurea in Biotecnologie Mediche ha permesso di coinvolgere docenti e laboratori di ricerca di eccellenza in ambito clinico creando una sinergia fra le componenti precliniche e quelle più tipicamente traslazionali, che rappresenta un significativo valore aggiunto per questo corso.

La coesistenza di due corsi di laurea nella Classe L-2 è da considerare assolutamente congrua con la molteplicità di competenze professionali proprie dell'Università degli Studi di Milano dove i Dipartimenti che concorrono alla didattica ed alla formazione del corso di laurea in Biotecnologie Mediche hanno sviluppato tematiche a forte caratterizzazione biotecnologica specificatamente indirizzate ad ambiti di studio e di ricerca propri della medicina umana.

<b>Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati</b>
<b>Biologo medico</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Diagnostica molecolare (sequenziamento del DNA, PCR, tecniche di elettroforesi, ELISA, immunofenotipizzazione)</li><li>- Produzione di vettori ad uso sia sperimentale che per la terapia genica</li><li>- Generazione e mantenimento di cellule in coltura</li><li>- Generazione di cellule ingegnerizzate per interventi diagnostici e terapeutici</li><li>- Generazione di animali transgenici</li><li>- Applicazione di tecniche biotecnologiche come servizio di supporto alla ricerca biomedica</li><li>- Collaborazione nella sperimentazione clinica di farmaci biotecnologici</li><li>- Collaborazione alla ottimizzazione e personalizzazione della terapia farmacologica</li><li>- Applicazione dei principi della farmacogenomica</li><li>- Monitoraggio clinico di farmaci biotecnologici</li><li>- Applicazione e sviluppo di test diagnostici a base biotecnologica</li><li>- Raccolta dati per elaborazione di normative sanitarie o brevettuali di prodotti biotecnologici</li><li>- Informazione tecnico-scientifica in campo biotecnologico medico</li></ul>
<b>competenze associate alla funzione:</b> <p>Il laureato in Biotecnologie Mediche è in grado di applicare, con gradi di autonomia definiti, protocolli biotecnologici in campo medico e di collaborare a programmi di sviluppo e sorveglianza delle biotecnologie applicate all'uomo, tenendo conto non solo degli aspetti tecnici ma anche di quelli etici, economici e regolatori e operando anche attraverso la digitalizzazione di alcuni processi.</p> <p>Sarà capace di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro di sua competenza in ambito nazionale e internazionale, grazie al possesso di appropriate competenze tecnico-scientifiche, anche attinenti la comunicazione e la gestione dell'informazione, ed essendo in grado di utilizzare adeguatamente la lingua inglese</p>
<b>sbocchi occupazionali:</b> <p>Gli sbocchi occupazionali per il laureato in Biotecnologie Mediche sono individuati in:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Strutture del Sistema Sanitario Nazionale, Aziende Socio Sanitarie Territoriali (ASST), laboratori di analisi cliniche specialistiche pubblici e privati, Università e altri Istituti ed Enti di Ricerca pubblici e privati</li><li>- Industrie farmaceutiche e biotecnologiche</li><li>- Centri di ricerca e sviluppo di prodotti diagnostici biotecnologici dell'area sanitaria</li><li>- Centri di servizi biotecnologici nell'area medica</li><li>- Enti preposti alla elaborazione di normative sanitarie o brevettuali riguardanti lo sfruttamento di prodotti biotecnologici per la tutela della salute umana</li></ul>
<b>Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tecnici di laboratorio biochimico - (3.2.2.3.1)</li></ul>

**Attività di base**

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline matematiche, fisiche, informatiche e statistiche	FIS/01 Fisica sperimentale FIS/02 Fisica teorica modelli e metodi matematici FIS/03 Fisica della materia FIS/04 Fisica nucleare e subnucleare FIS/05 Astronomia e astrofisica FIS/06 Fisica per il sistema terra e per il mezzo circumterrestre FIS/07 Fisica applicata (a beni culturali, ambientali, biologia e medicina) FIS/08 Didattica e storia della fisica INF/01 Informatica ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni ING-INF/06 Bioingegneria elettronica e informatica MAT/01 Logica matematica MAT/02 Algebra MAT/03 Geometria MAT/04 Matematiche complementari MAT/05 Analisi matematica MAT/06 Probabilità e statistica matematica MAT/07 Fisica matematica MAT/08 Analisi numerica MAT/09 Ricerca operativa MED/01 Statistica medica SECS-S/01 Statistica SECS-S/02 Statistica per la ricerca sperimentale e tecnologica	12	18	10
Discipline chimiche	CHIM/01 Chimica analitica CHIM/02 Chimica fisica CHIM/03 Chimica generale ed inorganica CHIM/06 Chimica organica	12	16	10
Discipline biologiche	BIO/01 Botanica generale BIO/06 Anatomia comparata e citologia BIO/10 Biochimica BIO/11 Biologia molecolare BIO/13 Biologia applicata BIO/17 Istologia BIO/18 Genetica BIO/19 Microbiologia	18	24	10
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 30:</b>		-		
<b>Totale Attività di Base</b>		42 - 58		

**Attività caratterizzanti**

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline biotecnologiche comuni	AGR/07 Genetica agraria BIO/09 Fisiologia BIO/10 Biochimica BIO/11 Biologia molecolare BIO/14 Farmacologia BIO/18 Genetica CHIM/06 Chimica organica CHIM/11 Chimica e biotecnologia delle fermentazioni MED/04 Patologia generale MED/42 Igiene generale e applicata	36	42	24
Discipline per la regolamentazione, economia e bioetica	AGR/01 Economia ed estimo rurale IUS/01 Diritto privato IUS/02 Diritto privato comparato IUS/03 Diritto agrario IUS/04 Diritto commerciale IUS/08 Diritto costituzionale IUS/09 Istituzioni di diritto pubblico IUS/14 Diritto dell'unione europea IUS/20 Filosofia del diritto M-FIL/02 Logica e filosofia della scienza M-FIL/03 Filosofia morale MED/02 Storia della medicina MED/43 Medicina legale SECS-P/06 Economia applicata SECS-P/07 Economia aziendale SECS-P/08 Economia e gestione delle imprese	6	10	4
Discipline biotecnologiche con finalità specifiche: mediche e terapeutiche	BIO/12 Biochimica clinica e biologia molecolare clinica MED/03 Genetica medica MED/04 Patologia generale MED/05 Patologia clinica MED/07 Microbiologia e microbiologia clinica MED/09 Medicina interna MED/13 Endocrinologia MED/15 Malattie del sangue MED/42 Igiene generale e applicata MED/46 Scienze tecniche di medicina di laboratorio MED/50 Scienze tecniche mediche applicate VET/06 Parassitologia e malattie parassitarie degli animali	26	32	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 60:</b>		-		
<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>			68 - 84	

**Attività affini**

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	18	30	18
<b>Totale Attività Affini</b>			18 - 30

**Altre attività**

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		12	12
Per la prova finale e la lingua straniera (art. 10, comma 5, lettera c)	Per la prova finale	4	4
	Per la conoscenza di almeno una lingua straniera	2	2
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. c		-	
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	-	-
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	Tirocini formativi e di orientamento	8	8
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	-	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d			
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-
<b>Totale Altre Attività</b>		26 - 26	

**Riepilogo CFU**

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>180</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	154 - 198

**Note attività affini (o Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe).****Note relative alle altre attività****Note relative alle attività di base****Note relative alle attività caratterizzanti**

RAD chiuso il 27/02/2025