

Ordinamento didattico del Corso di Studio Magistrale in Biologia del Dipartimento di Biologia dell'Università di Napoli Federico II

Tipologia: Laurea Magistrale

Classe: LM-6, Biologia

Lingua: Inglese

Titolo Inglese: **Biology of Extreme Environments**

Titolo Italiano: Biologia degli Ambienti Estremi

Modalità di svolgimento: Convenzionale

Obiettivi formativi qualificanti della classe LM-6 - Biologia

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe devono:

- avere una solida preparazione culturale nella biologia di base e nei diversi settori della biologia applicata
- avere un'elevata preparazione scientifica e operativa nelle discipline che caratterizzano la classe;
- avere un'approfondita conoscenza delle metodologie strumentali, degli strumenti analitici e delle tecniche di acquisizione e di analisi dei dati;
- avere un'avanzata conoscenza degli strumenti matematici ed informatici di supporto;
- avere padronanza del metodo scientifico di indagine;
- 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 ruoli manageriali che prevedano completa responsabilità di progetti, strutture e personale.
- essere in grado di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo ruoli manageriali che prevedano completa responsabilità di progetti, strutture e personale.

I laureati della classe possono svolgere attività professionali e manageriali riconosciute dalle normative vigenti come competenze della figura professionale del biologo in tutti gli specifici campi di applicazione che, pur rientrando fra quelli già previsti per il laureato triennale della Classe 12, richiedano il contributo di una figura di ampia formazione culturale e di alto profilo professionale).

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea della classe sono quelli di seguito esposti, che comunque non esauriscono il quadro del potenziale mercato del lavoro, e si riferiscono a:

- attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché di gestione e progettazione delle tecnologie;
- attività professionali e di progetto in ambiti correlati con le discipline biologiche, negli istituti di ricerca, pubblici e privati, nei settori dell'industria, della sanità e della pubblica amministrazione, con particolare riguardo alla conoscenza integrata e alla tutela degli organismi animali e vegetali, dei microrganismi, della biodiversità, dell'ambiente; allo studio e alla comprensione dei fenomeni biologici a livello molecolare e cellulare; alle metodologie bioinformatiche; alla diffusione e divulgazione scientifica delle relative conoscenze; all'uso regolato e all'incremento delle risorse biotiche;
- attività nei laboratori di analisi biologiche e microbiologiche, di controllo biologico e di qualità dei prodotti di origine biologica;

- attività di progettazione, direzione lavori e collaudo di impianti relativamente ad aspetti biologici;
- attività nell'ambito delle applicazioni biologiche e biochimiche in campo industriale, sanitario, nutrizionistico, ambientale e dei beni culturali.

Ai fini indicati, i curricula dei corsi di laurea magistrale della classe comprendono attività formative finalizzate ad acquisire conoscenze approfondite della biologia di base e delle sue applicazioni, con particolare riguardo alle conoscenze applicative, relativamente a biomolecole, cellule, tessuti e organismi in condizioni normali e alterate, alle loro interazioni reciproche, agli effetti ambientali e biotici sugli esseri viventi; all'acquisizione di tecniche utili per la comprensione dei fenomeni a livello biomolecolare e cellulare; al conseguimento di competenze specialistiche in uno specifico settore della biologia di base o applicata; prevedono attività formative, lezioni ed esercitazioni di laboratorio, in particolare dedicate alla conoscenza di metodiche sperimentali e all'elaborazione dei dati; prevedono, in relazione a obiettivi specifici, attività esterne come tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, e/o soggiorni di studio presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali; prevedono l'espletamento di una prova finale con la produzione di un elaborato in cui vengano riportati i risultati di una ricerca scientifica o tecnologica originale per cui si richiede un'attività di lavoro.

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

Nel definire i profili professionali del nuovo corso di laurea e nel determinare le funzioni professionali e relative competenze, è stata condotta un'ampia indagine a livello sia nazionale che internazionale attraverso le analisi di contesto e le statistiche relative ai settori delle biotecnologie, alla gestione degli ambienti estremi, all'uso sostenibile delle loro risorse e ai documenti programmatici delle società scientifiche e delle agenzie di esplorazione spaziale.

In fase di organizzazione e pianificazione dei contenuti del Corso di studi sono state consultate le società scientifiche, i centri di ricerca e numerose aziende del territorio nazionale ed internazionale con diretta attinenza agli sbocchi professionali identificati. In particolare, sono stati consultati tra gli altri l'Ordine dei Biologi, la Società Italiana di Astrobiologia, la Società Italiana di Microbiologia Generale e Biotecnologie Microbiche, l'Agenzia Spaziale Italiana, la NASA (USA), la JAXA (Giappone), Earth-Life Science Institute (Giappone), la Blue Marine Foundation (UK), Aeolian Island Preservation Fund (UK), assieme a numerose aziende del settore biotecnologico, farmaceutico e aerospaziale. Le consultazioni sono avvenute sia in maniera diretta che tramite consultazione documentale e di *position papers*. Le consultazioni hanno mostrato un gap di formazione presente sul territorio nazionale ed Europeo. Le parti consultate hanno accolto in maniera favorevole l'iniziativa dell'istituzione del nuovo corso di laurea e hanno in particolare segnalato come gli obiettivi formativi e i profili professionali pianificati siano in linea con le esigenze del mercato in tali ambiti.

Il verbale contenente i dettagli delle consultazioni effettuate e le lettere di supporto è allegato alla presente (ALLEGATO 2).

I programmi, gli obiettivi di apprendimento e i profili professionali sono stati inoltre confrontati con quelli dei Corsi di Studio di altri Paesi Europei ed extraeuropei. In particolare si è tenuto conto della programmazione del Space Resources Program della Colorado School of Mines (USA), del Astrobiology Program della University of Washington (USA), della Scuola di Dottorato in Astrobiology del Penn State College of Earth and Minerals (USA), della laurea in Astrobiology della Florida Tech (USA), del graduate program Astrobiology della Arizona State University (USA), dell'European Astrobiology Campus della Utrecht University (Europe) e dei programmi con curricula in Astrobiology presenti al Massachusetts Institute of

Technology (USA), California Institute of Technology (USA) e Stanford University (USA). Sono state inoltre consultati studi e pubblicazioni che evidenziano i trend in campo biologico, biotecnologico e astrobiologico della figura del Biologo nello studio degli ambienti estremi. In particolare sono stati consultati i seguenti documenti: NASA Astrobiology Strategy white paper (http://nai.nasa.gov/media/medialibrary/2016/04/NASA_Astrobiology_Strategy_2015_FINAL_041216.pdf); BlueMed Strategic Research and Innovation Agenda and related documents (www.blued-med-initiative.eu/publications/); International Astronautical Congress, SPACE 2030 - RESEARCH TRENDS AS INPUT FOR LONG-TERM PLANNING (www.esa.int/gsp/ACT/doc/CMS/pub/ACT-RPR-0810-GNC-LS-MJ-IAC08-Space2030.pdf); NASA Planetary Protection program (<http://sma.nasa.gov/sma-disciplines/planetary-protection>); NASA Space Biological Sciences Plan 2016-2025 (www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/16-03-23_sb_plan.pdf) e i documenti strategici dei Cluster Tecnologici Nazionali della chimica Verde Spring (www.clusterspring.it/home) e Blue Italian Growth (www.clusterbig.it). Dall'analisi dei documenti e percorsi formativi sopra citati, si è evidenziata una sempre crescente rilevanza della figura del Biologo nel contesto dello studio, esplorazione e gestione delle risorse presenti negli ambienti estremi, derivante da una maggiore attenzione al ruolo della vita in questi ambienti, ed alle interazioni biotiche-abiotiche e tra gli ambienti estremi e gli ecosistemi limitrofi. Si è inoltre evidenziata una forte tendenza all'inserimento del Biologo in team multidisciplinari impegnati nell'industria aerospaziale, un settore in forte crescita sia sul piano nazionale che globale, e che sempre di più necessiterà di figure professionali con forte preparazione biologica. Inoltre, il nuovo corso di studi è stato sottoposto al vaglio dei membri della commissione didattica e dei Coordinatori dei Cds del Dipartimento di Biologia in una riunione svolta in modalità telematica su piattaforma TEAM (26 maggio 2020). Per ultimo, si è svolta un'analisi degli esiti occupazionali delle lauree LM6 utilizzando le informazioni messe a disposizione del database Alma Laurea (relativi all'anno 2017). Non esistendo in Italia CDS analoghi a quello proposto, sono riportate le statistiche riguardanti gli esiti occupazionali di tutte le lauree LM-6 presente nella regione e nelle regioni limitrofe.

Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento

Al termine, il Comitato, verificata la sussistenza dei requisiti normativamente richiesti per l'istituzione dei Corsi di studio, valutata in particolare la congruenza della proposta rispetto all'offerta didattica dell'Ateneo proponente ed a quella complessiva del sistema universitario regionale, esprime all'unanimità parere favorevole omissis.

Allegato

A4.a Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

La laurea magistrale in 'Biologia degli Ambienti Estremi' ha come obiettivo formativo qualificante la preparazione di laureati che avranno:

- un'elevata preparazione scientifica e operativa nelle discipline che caratterizzano la classe;
- un'approfondita conoscenza della biologia e dell'ecologia degli ambienti estremi, dal punto di vista morfofunzionale, evolutivo, ecologico e biotecnologico e delle strategie di gestione, sfruttamento sostenibile e conservazione delle sue risorse, anche in un'ottica di esplorazione spaziale e astrobiologica;
- una solida preparazione culturale nell'analisi sistemica degli ambienti estremi, in tutte le sue componenti biotiche ed abiotiche e nelle loro interazioni, considerate anche nella loro dimensione storico-evolutionistica, di esplorazione e sfruttamento;
- una adeguata conoscenza dei fondamenti fisico-chimici e geologici delle dinamiche degli ambienti estremi, incluso lo spazio, in particolare sotto l'aspetto delle loro interazioni con la componente biotica e con l'uomo;

- una elevata padronanza del metodo scientifico di indagine e delle conoscenze necessarie per l'avviamento della ricerca scientifica in ambito biologico, biotecnologico e astrobiologico degli ambienti estremi;
- un'adeguata conoscenza dei meccanismi di interazione tra gli ambienti estremi con quelli circostanti e la popolazione umana, incluse le basi di rischio ambientale e tossicologico derivante dalla prossimità con questi ambienti, i problemi derivanti dal loro sfruttamento e colonizzazione, con particolare riguardo per la gestione e lo sfruttamento delle risorse ambientali estreme;
- un'approfondita conoscenza delle moderne strumentazioni di indagine e di campionamento in ambienti estremi ed inospitali, incluso quelli spaziali e dell'applicazione delle tecniche statistiche, informatiche e geoinformatiche di analisi e di archiviazione dei dati;
- la capacità di affrontare i problemi e pianificare attività di esplorazione, gestione e sfruttamento sostenibile delle risorse ambientali in condizioni estreme;
- elevate competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione biologica, biotecnologica ed ambientale;
- un chiaro quadro delle implicazioni giuridiche ed etiche relative allo sfruttamento delle risorse biologiche e genetiche degli ambienti estremi, delle implicazioni esplorative e di sfruttamento degli ambienti estremi, inclusi quelli spaziali e delle problematiche di protezione planetaria.

I laureati dovranno inoltre:

- 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, strutture di ricerca, inclusa l'organizzazione di attività di campionamento da ambienti estremi, inclusi quelli spaziali.

Il percorso formativo è caratterizzato da un approccio di studio interdisciplinare su tematiche che riguardano le componenti biotiche e abiotiche e le loro interazioni in specifici ambienti estremi. A tal fine, il percorso è strutturato in modo tale da sviluppare nel primo anno i concetti di base e al secondo anno l'acquisizione delle conoscenze specifiche, tenendo in grande considerazione le attività pratiche/laboratorio. Per il raggiungimento di tali obiettivi il percorso formativo prevede 2 curricula imperniati rispettivamente, in 4 aree di apprendimento:

- 1) Microbiologia, Ecologia, Botanica e Igiene;
- 2) Geologia, Chimica Organica, Microbiologia e Genetica;
- 3) Fisiologia, Biochimica, Genetica;
- 4) Capacità organizzative.

Le competenze sono conseguite mediante partecipazione a lezioni frontali, esercitazioni e laboratori previsti dall'offerta formativa, oltre che con lo studio individuale. La verifica del raggiungimento dei risultati di apprendimento avviene mediante esami individuali con prova finale scritta o orale, e/o con preparazione e discussione di relazioni.

I corsi saranno tenuti in inglese.

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)

A4.b1 RAD Sintesi

Conoscenza e comprensione

Il laureato magistrale in "Biologia degli ambienti estremi" possiede le seguenti conoscenze e capacità di comprensione.

Aree di apprendimento: Microbiologia, Ecologia, Botanica e Igiene

- un'approfondita conoscenza dei temi centrali della biologia e dell'ecologia degli ambienti estremi, (ad esempio quelli polari, vulcanici e idrotermali) con particolare riferimento alle componenti strutturali e funzionali e delle dinamiche storico-evolutive;
- un'adeguata conoscenza dei meccanismi di interazione tra gli ambienti estremi e gli ecosistemi circostanti e la popolazione umana, inclusi i potenziali fattori di rischio ambientale e tossicologico derivante dalla prossimità di questi ambienti, nonché i rischi derivanti dal loro sfruttamento e colonizzazione in quanto territori per lo più inospitali;
- competenze specifiche per la conservazione e le potenzialità biotecnologiche delle risorse presenti negli ambienti estremi (es. polari, vulcanici o idrotermali) in una visione eco-compatibile di sfruttamento delle risorse, anche in ottica di esplorazione spaziale e astrobiologica;
- raggiungimento di ottime capacità organizzative e gestionali finalizzate ad affrontare problemi legati alle attività di esplorazione, gestione e sfruttamento sostenibile delle risorse ambientali in condizioni estreme;

A queste conoscenze concorrono discipline caratterizzanti e di base previste all'interno del corso di laurea e relative agli insegnamenti nei SSD BIO/19, BIO/01, BIO/03, MED/42 e BIO/07;

Aree di apprendimento: Geologia, Chimica organica, Microbiologia e genetica

- conoscenze dettagliate delle componenti biotiche ed abiotiche e delle loro interazioni contestualizzate in specifici ambienti estremi, anche in un'ottica di esplorazione e di sfruttamento ecosostenibile;
- una adeguata conoscenza dei fondamenti fisico-chimici e geologici delle dinamiche degli ambienti estremi, incluso lo spazio, in particolare per gli aspetti relativi alle interazioni con la componente biotica e con l'uomo;
- un'approfondita conoscenza delle moderne strumentazioni di indagine e di campionamento adeguate ad operare in ambienti inospitali estremi, come quelli polari, vulcanici e idrotermali, inclusi quelli spaziali, ed un'approfondita preparazione sulle tecniche statistiche, informatiche e geoinformatiche di analisi e di archiviazione dei dati;

A queste conoscenze contribuiscono i corsi afferenti agli SSD GEO/02, CHIM/06, BIO/19 e BIO/18.

Aree di apprendimento: Fisiologia, Biochimica, Genetica

- una solida conoscenza scientifica per affrontare le problematiche dello studio e della ricerca con un approccio multidisciplinare tenendo conto anche delle corrette metodologie di indagine in ambito biologico, biotecnologico e astrobiologico degli ambienti estremi, incluse l'interazione con l'uomo e la sua presenza in ambienti estremi;
- elevate competenze teoriche ed applicative per la comunicazione dell'informazione biologica, biotecnologica ed ambientale, al fine della conservazione e gestione delle risorse naturali;

Alle conoscenze contribuiscono le aree di apprendimento relative alla Microbiologia, Botanica Ambientale e Applicata e Biochimica con gli insegnamenti afferenti agli SSD BIO/19, BIO/09 e BIO/10.

Area di apprendimento: Capacità Organizzative

- integrazione delle conoscenze storiche, economiche, politiche e sociali per il raggiungimento di un quadro esaustivo delle implicazioni giuridiche ed etiche legate allo sfruttamento delle risorse biologiche e genetiche degli ambienti estremi polari, vulcanici, geotermali incluso lo spazio, e delle problematiche di protezione planetaria;
- acquisizione di autonomia nella ricerca e nel lavoro, anche in ruoli di responsabilità di progetti, direzione di strutture di monitoraggio e/o di ricerca, inclusa l'organizzazione di attività di campionamento e trattamento dei campioni in ambienti estremi, ambienti polari, vulcanici, geotermali, inclusi quelli spaziali.
- acquisizione dell'uso fluente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;

A queste conoscenze contribuiscono i corsi afferenti agli SSD GEO/02, BIO/19, BIO/07, BIO/10 e BIO/18, oltre ai crediti dedicati alla lingua.

L'effettivo possesso della conoscenza e della capacità di comprensione sarà verificata mediante la stesura di relazioni e/o presentazioni orali tematiche provenienti da esperienze pratiche di laboratorio e/o di campo, da attività di stage, tirocini, oppure da ulteriori attività formative, in cui lo studente può dare prova della propria attitudine nell'analizzare problemi di natura applicativa, formulare nuovi scenari di analisi e, quindi, soluzioni, in un ambiente di apprendimento diverso da quello sperimentato durante le lezioni.

Le competenze acquisite saranno verificate in sede di valutazione nei singoli insegnamenti e prova finale.

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

Le conoscenze e la comprensione dei temi relativi agli ambienti estremi e la capacità di applicare conoscenze vengono ottenute tramite la partecipazione a insegnamenti specifici e/o con insegnamenti integrati e tramite l'attività di tesi sotto la guida di un relatore. La capacità di applicare le conoscenze acquisite viene raggiunta mediante:

1. attività dedicate alle tecniche di gestione della diversità biologica e genetica degli ambienti estremi; alle interazioni tra i fattori, fisici, chimici e geologici caratterizzanti gli ambienti estremi, in particolare alla loro interazione con il comparto biotico; alle tecniche di biomonitoraggio e campionamento delle risorse biologiche e genetiche, di sfruttamento sostenibile delle risorse, di conservazione e valorizzazione del patrimonio ambientale; alle potenziali applicazioni biotecnologiche, biomolecolari e biochimiche degli organismi estremofili e il loro sfruttamento sostenibile;
2. attività di laboratorio e in ambiente naturale o, comunque, attività pratiche, in particolare dedicate alla conoscenza di metodiche sperimentali, al rilevamento e all'elaborazione dei dati e all'uso delle tecnologie innovative;
3. attività esterne di promozione, come ad esempio tirocini formativi, presso diverse strutture pubbliche e private e/o aziende di settore in grado di fornire competenze multidisciplinari e tecnologiche essenziali allo studio e alla salvaguardia degli ambienti estremi,
4. soggiorni di studio presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali.

L'espletamento di una prova finale che comprende la stesura di un elaborato originale in lingua inglese da parte dello studente e sotto la guida di un relatore in cui vengano riportati i risultati di una ricerca scientifica o tecnologica originale per cui si richiede un'attività di lavoro.

La capacità di applicare conoscenza e la capacità di comprensione sono acquisite attraverso le attività pratiche di laboratorio e in campo, in progetti e in lavori individuali e/o di gruppo, utilizzando come materiale di studio oltre ai libri di testo anche articoli scientifici su temi di attualità. Le competenze sono acquisite anche mediante attività esterne di promozione, come ad esempio tirocini formativi, presso diverse strutture pubbliche e private e/o aziende di settore in grado di fornire competenze multidisciplinari e tecnologiche essenziali allo studio e alla salvaguardia degli ambienti estremi. Le competenze acquisite saranno verificate in sede di valutazione nei singoli insegnamenti.

A4.c Autonomia di giudizio (making judgements)

Il laureato magistrale in "Biologia degli ambienti estremi" ha una preparazione culturale solida ed integrata nella biologia di base e in diversi settori della biologia applicata, un'approfondita conoscenza dei problemi biologici, delle metodologie strumentali, degli strumenti analitici e delle tecniche di acquisizione ed analisi dei dati in tutti i campi della biologia, con particolare riguardo alle indagini di biologia degli ambienti estremi nel suo senso più ampio (come ad esempio ambienti polari, vulcanici e idrotermali), ivi incluso l'ambito spaziale. Tale preparazione multidisciplinare ed integrata consentirà ai laureati di comprendere e gestire la complessità ambientale, e di formulare ipotesi interpretative. Infine, saranno in grado di formulare giudizi critici anche in relazione ai problemi sociali ed etici derivanti dall'applicazione delle proprie competenze.

La verifica dell'acquisizione dell'autonomia di giudizio è ottenuta tramite la valutazione del grado di autonomia e capacità di lavorare, anche in gruppo, mediante la stesura di relazioni, con esperienze pratiche, ed attraverso la discussione della prova finale oltre al superamento degli esami individuali.

Abilità comunicative (communication skills)

Il laureato magistrale in "Biologia degli ambienti estremi", in virtù di una preparazione culturale solida, multidisciplinare ed integrata nella biologia di base e nei diversi settori della biologia applicata saprà comunicare i propri risultati e/o le proprie conclusioni critiche su osservazioni in modo chiaro e riuscirà a dosare il grado di complessità dell'espressione per essere compreso sia dagli interlocutori specialistici sia da quelli non specialistici. Le abilità comunicative scritte ed orali sono sviluppate negli insegnamenti istituzionali e verificate in sede d'esame. La verifica dell'acquisizione delle abilità comunicative avviene anche tramite la valutazione della capacità di esposizione di relazioni scientifiche ed attraverso la discussione della prova finale.

Capacità di apprendimento (learning skills)

Il laureato magistrale in "Biologia degli ambienti estremi" avrà la capacità di aggiornare il proprio sapere teorico e tecnologico. La solida cultura di base, sviluppata con i ragionamenti propri del metodo scientifico, costituirà la base concettuale sulla quale durante l'arco di attività professionale potranno essere aggiunti in modo autonomo tutti gli aggiornamenti teorici e tecnologici derivanti dal progresso delle conoscenze. Le capacità di apprendimento vengono acquisite durante tutto il corso degli studi, ed in particolare, durante lo svolgimento della tesi e nella preparazione della prova finale.

A3.a Conoscenze Richieste per l'accesso

Per l'accesso al corso di Laurea Magistrale in 'Biology of Extreme Environments' è richiesto il possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, ritenuto idoneo a giudizio del Consiglio del Corso di Studi, ovvero del possesso delle lauree triennali della classe L-13 (Scienze Biologiche), L-32 (Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura), L-2 (Biotecnologie) o corrispondenti nell'ex DM 509/99. Alternativamente, per i laureati in altre classi, i requisiti consistono nel possesso di un congruo numero di CFU per SSD, di cui almeno 30 CFU BIO/*, MED/04, MED/42, 6 CFU tra MAT/01-MAT/09, ING-INF/05, INF/01, 6 CFU tra FIS/01-FIS/08, 6 CFU tra CHIM/01-CHIM/04, CHIM/06, CHIM/12. Per i laureati provenienti da Università straniere, l'adeguatezza dei requisiti curriculari è valutata caso per caso sulla base della coerenza fra i programmi svolti nelle diverse aree disciplinari, le basi formative ritenute necessarie per la formazione avanzata offerta dal corso di studi, nonché le conoscenze linguistiche.

Le modalità di verifica della preparazione saranno definite nel regolamento didattico del corso di studio e comunque accertate solo dopo verifica del possesso dei requisiti curriculari. In ogni caso le competenze richieste dovranno essere possedute prima dell'iscrizione. E' previsto l'accertamento delle conoscenze e competenze nella lingua inglese di livello B2 con modalità definite dal regolamento didattico del corso di studio.

A5.a Caratteristiche della prova finale

La laurea magistrale in "Biologia degli ambienti estremi" si consegue dopo aver superato una prova finale che consiste nella discussione dei risultati conseguiti durante attività svolte in un laboratorio di ricerca, sia all'interno delle strutture universitarie, sia presso centri di ricerca, aziende o enti esterni, anche internazionali, secondo le modalità stabilite dal CCS. L'espletamento di una prova finale comprende la stesura di un elaborato originale in lingua inglese da parte dello studente e sotto la guida di un relatore in cui vengano riportati i risultati della ricerca scientifica o tecnologica effettuata. La discussione della tesi avverrà alla presenza di una commissione all'uopo nominata e potrà prevedere l'utilizzo di sussidi audio-visivi. Per l'ammissione alla prova finale lo studente deve aver conseguito tutti i crediti formativi, previsti dall'ordinamento didattico del corso esclusi quelli riservati alla prova finale.

A2.a Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

a) La figura professionale che il corso formerà è il **Biologo**

b) Funzione in un contesto di lavoro

Il corso di laurea magistrale formerà figure di elevato spessore culturale e professionale, la cui attività potrà andare dalla ricerca di base, tesa ad una maggiore comprensione dei fenomeni biologici negli ambienti estremi ed extraterrestri, allo sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, e allo sfruttamento sostenibile delle risorse presenti in questi. I laureati della classe avranno una formazione specifica che li renderà capaci di svolgere attività professionali e manageriali all'interno di centri di ricerca pubblici, privati, agenzie spaziali nazionali e internazionali, ed aziende specializzate nel campo dell'esplorazione genetica, biochimica, biologica e tecnologica degli ambienti estremi, come quelli polari, geotermali, ed extraterrestri, in ottica di esplorazione, sfruttamento e colonizzazione dei suddetti ambienti. Attualmente, figure professionali con questa preparazione sono richieste sia da centri di ricerca nazionali ed internazionali, che da agenzie spaziali e da industrie biotecnologiche e biomediche, con un incremento della domanda previsto nel prossimo decennio.

Il laureato potrà assolvere le seguenti funzioni in un contesto lavorativo:

- attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché di progettazione e gestione delle tecnologie;
- attività di ricerca scientifica in un contesto concettuale appropriato e considerando anche le limitazioni naturali e tecniche;
- attività professionali e progettuali in ambiti correlati con le discipline biologiche, negli istituti di ricerca, pubblici e privati, nelle agenzie spaziali nazionali e internazionali, nei settori dell'industria, della sanità e della pubblica amministrazione, con particolare riguardo alla conoscenza integrata e alla tutela degli organismi animali e vegetali, dei microrganismi e della biodiversità degli ambienti estremi, anche in relazione al rischio legato allo sfruttamento sostenibile delle risorse, all'esplorazione e all'interazione dell'uomo con gli ambienti estremi, incluso quello extraterrestre;
- attività professionali e progettuali con particolare riguardo: all'analisi, gestione e tutela della biodiversità degli ambienti; alla diffusione e divulgazione scientifica delle relative conoscenze; al monitoraggio degli ambienti estremi in relazione a quelli circostanti, con particolare attenzione ai possibili rischi naturali e alla salute pubblica; allo sfruttamento sostenibile delle risorse biologiche e genetiche degli ambienti estremi; alle applicazioni biologiche, biochimiche, biomolecolari e biotecnologiche degli organismi estremofili, in particolare indirizzate alla biotecnologia industriale, alla farmacologia e alla biomedicina.

Competenze associate alla funzione:

Per lo svolgimento delle funzioni sopra descritte i laureati acquisiranno durante il corso di studio le seguenti competenze ed abilità che verranno esercitate sul lavoro:

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe dovranno possedere un'approfondita conoscenza della biologia e dell'ecologia degli ambienti estremi, dal punto di vista degli aspetti morfo-funzionali, evolutivi e biotecnologici, oltre che competenze di gestione ai fini dello sfruttamento sostenibile delle risorse e della loro conservazione, anche in ottica di esplorazione spaziale e astrobiologica; una solida preparazione culturale nell'analisi sistemica degli ambienti estremi, considerando le componenti biotiche ed abiotiche e le loro interazioni, non trascurando la dimensione storico-evoluzionistica, di esplorazione e di sfruttamento; una adeguata conoscenza dei fondamenti fisico-chimici e geologici delle dinamiche degli ambienti estremi, incluso lo spazio, in particolare sotto l'aspetto delle loro interazioni con la componente biotica e con l'uomo; una elevata padronanza del metodo scientifico di indagine e delle conoscenze necessarie per l'avviamento della ricerca scientifica in ambito biologico, biotecnologico e astrobiologico degli ambienti estremi; un'adeguata conoscenza dei meccanismi di interazione tra gli ambienti estremi e quelli circostanti e la popolazione umana, inclusi i concetti di base del rischio ambientale e di salute pubblica presenti in questi ambienti, e i rischi derivanti sia dallo sfruttamento delle risorse che dall'eventuale colonizzazione; un'approfondita conoscenza delle moderne strumentazioni di indagine e di campionamento utilizzate in ambienti estremi ed inospitali, incluso quelli spaziali; applicazione delle tecniche statistiche, informatiche e geo-informatiche di analisi e di archiviazione dei dati; competenze per affrontare i problemi e per pianificare attività di esplorazione, gestione e sfruttamento sostenibile delle risorse ambientali in condizioni estreme; elevate competenze teoriche ed applicative per la comunicazione dell'informazione biologica, biotecnologica ed ambientale; un esaustivo quadro delle implicazioni giuridiche ed etiche relativo allo sfruttamento delle risorse biologiche e genetiche degli ambienti estremi, oltre che delle implicazioni esplorative e di sfruttamento, e delle problematiche di protezione planetaria; acquisizione di autonomia nella ricerca e nel lavoro, anche in ruoli di responsabilità di progetti, strutture di ricerca, inclusa l'organizzazione di attività di campionamento in ambienti estremi, in-

clusi quelli spaziali.

Sbocchi occupazionali:

- In base al DPR 328/01, i laureati possono sostenere l'esame di stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Biologo e conseguentemente ottenere l'iscrizione nell'Ordine Nazionale dei Biologi (sezione A).
- Impiego nella pubblica amministrazione;
- ricerca scientifica in: università, CNR, INGV, ENEA, Stazione Zoologica, ed altri enti pubblici, Istituti di Ricerca Polari, Stazioni di biologia marina, Centri di ricerca delle Agenzie Spaziali;
- Direzione e gestione di laboratori di ricerca biotecnologica e biologica;
- Attività professionali e di progetto in ambiti correlati con le discipline biologiche;
- Attività professionale, con particolare riguardo alla biodiversità degli ambienti estremi; alla diffusione e divulgazione scientifica delle relative conoscenze; al monitoraggio della degli ambienti estremi ed al loro sfruttamento sostenibile;
- Attività professionali e di progetto nel campo di applicazioni biomolecolari relative agli organismi estremofili, in particolare nelle aree della biotecnologia industriale, farmacologia e della biomedicina;
- Attività di consulenza nell'ambito della gestione degli ambienti estremi e delle sue risorse.

(A2.b) Codici ISTAT

Il corso prepara alla professione di (codifica ISTAT):

- Biologi e professioni assimilate - (2.3.1.1.1)
- Biochimici - (2.3.1.1.2)
- Biofisici - (2.3.1.1.3)
- Biotecnologi - (2.3.1.1.4)
- Botanici - (2.3.1.1.5)
- Zoologi - (2.3.1.1.6)
- Ecologi - (2.3.1.1.7)
- Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze biologiche - (2.6.2.2.1)

Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe

Presso il Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II", nella medesima classe LM-6 (Classe delle lauree magistrali in Biologia) sono presenti quattro Lauree: "**Biologia**", "**Biologia delle produzioni marine e degli ambienti acquatici**", "**Biologia ed Ecologia dell'ambiente marino ed uso sostenibile delle sue risorse**" (in collaborazione con la Stazione Zoologica Anton Dohrn Napoli) e "**Scienze Biologiche**".

Di queste solo "Biologia ed Ecologia dell'ambiente marino ed uso sostenibile delle sue risorse" è prevista in lingua inglese ed ha come obiettivo formativo qualificante la preparazione di laureati magistrali con approfondita conoscenza della biodiversità e dell'ecologia marina, in grado di svolgere la propria attività nella ricerca di base e nello sviluppo di adeguate strategie di protezione, conservazione ed uso eco-sostenibile della risorsa mare. I profili professionali e gli obiettivi formativi del corso di laurea "Biologia ed Ecologia dell'ambiente marino ed uso sostenibile delle sue risorse" risultano orientati alla formazione del biologo marino, e non si sovrappongono agli obiettivi formativi e le professioni identificate in questa proposta. Inoltre, la Laurea "Biologia delle produzioni marine e degli ambienti acquatici" è in

corso di spegnimento. L'istituzione del corso di Laurea in "Biologia degli Ambienti Estremi" è fortemente motivato dal fatto che: i) gli ambienti estremi rappresentano uno dei maggiori reservoir di diversità biologica e genetica microbica del pianeta, e costituiscono zone di grande interesse economico anche per via della abbondanza di materie prime rare, risorse biotecnologiche e della possibilità di un loro utilizzo ricreativo; in tale contesto ambientale, bisogna ricordare, ad esempio, la potenziale versatilità biotecnologica degli enzimi estratti da organismi estremofili che vivono negli ambienti polari e geotermali; ii) gli ambienti estremi rivestono un ruolo di grande importanza negli studi sulla nascita e sull'evoluzione della vita sulla terra, e costituiscono laboratori naturali unici per testare nuove tecnologie mirate alla futura esplorazione e colonizzazione degli ambienti extraterrestri; iii) le biotecnologie e la space economy rappresentano efficaci motori di crescita economica sia a livello nazionale che europeo, e sono entrambi settori strategici per lo sviluppo del nostro paese; iv) al momento non esiste in Campania o nelle Regioni limitrofe un CdS analogo a quello proposto, né tanto meno corsi di laurea con profili simili sul territorio nazionale. Sul territorio nazionale esistono soltanto degli insegnamenti basati sui temi dell'astrobiologia (Università di Padova, Bologna e Tor Vergata), ma nessun corso di laurea forma profili professionali simili a quelli previsti per il nuovo corso; v) anche da ricerche a livello europeo è stato riscontrato un numero limitato di lauree di secondo livello con profili che si avvicinano marginalmente a quello proposto.

Per quanto sopra detto, risulta quindi tempestivo, necessario e importante la presenza di un corso formativo che vada a colmare questo gap formativo sia nel territorio nazionale, con particolare attenzione al meridione, sia all'interno del panorama europeo, anche tenendo conto della crescente rilevanza strategica nazionale del comparto biologico e biotecnologico associato alle peculiarità territoriale della penisola italiana in ambito di ambienti estremi e la costante crescita del comparto industriale spaziale.

Per migliorare il placement e la competitività dei laureati, il corso di laurea magistrale in "Biologia degli Ambienti Estremi" sarà svolto in lingua inglese, e rientra nei corsi di studi internazionali, contribuendo al processo di internazionalizzazione dell'Ateneo. La necessità di svolgere il corso in lingua inglese deriva dall'unicità del corso di studi sia in ambito nazionale che europeo, con il potenziale di attrarre studenti dai paesi della EU.

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 della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 §2.

Attività Formative	Ambito Disciplinare	Settore	min	max
Caratterizzanti	Disciplina del settore Biodiversità e ambiente	BIO/01 BOTANICA GENERALE	12	18
		BIO/03 BOTANICA AMBIENTALE E APPLICATA		
		BIO/05 ZOOLOGIA		
		BIO/07 ECOLOGIA		
	Discipline settore biomolecolare	BIO/08 ANTROPOLOGIA	30	38
		BIO/10 BIOCHIMICA		
		BIO/11 BIOLOGIA MOLECOLARE		
		BIO/18 GENETICA		
	Discipline settore biomedico	BIO/19 MICROBIOLOGIA GENERALE	6	12
		MED/01 - STATISTICA MEDICA		
		SECS-S/02 STATISTICA PER LA RICERCA SPERIMENTALE E TECNOLOGICA		
		BIO/09 - FISILOGIA		
	Discipline settore nutrizionistico e altre applicazioni	MED/42 IGIENE GENERALE E APPLICATA	0	6
		BIO/13 BIOLOGIA APPLICATA		
		CHIM/11 CHIMICA E BIOTECNOLOGIA DELLE FERMENTAZIONI		
		IUS/14 - DIRITTO DELL'UNIONE EUROPEA		
Totale attività caratterizzanti (min 48 CFU)			48	74
Affini/Integrative	Attività formative affini integrative	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	12	18
		CHIM/02 CHIMICA FISICA		
		CHIM/03 CHIMICA GENERALE ED INORGANICA		
		FIS/05 ASTRONOMIA E ASTROFISICA		
		FIS/07 FISICA APPLICATA		
		GEO/02 GEOLOGIA STRATIGRAFICA E SEDIMENTOLOGIA		
		GEO/08 GEOCHIMICA E VULCANOLOGIA		
		INF/01 INFORMATICA		
		ING-INF/05 SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI		
		ING-IND/05 IMPIANTI E SISTEMI AEROSPAZIALI		
		ING-IND/03 MECCANICA DEL VOLO		
		IUS/13 DIRITTO INTERNAZIONALE		
		IUS/20 FILOSOFIA DEL DIRITTO		
		M-STO/05 STORIA DELLA SCIENZA E DELLE TECNICHE		
MAT/06 PROBABILITÀ E STATISTICA MATEMATICA				
Totale attività affini			12	18
Altre Attività	A scelta dello studente		12	12
	Prova Finale		34	42
	Ulteriori attività formative	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	6
		Abilità informatiche e telematiche		
		Tirocini formativi e di orientamento	-	-
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	6	6	
Totale altre attività			52	72
Riepilogo CFU				
CFU totale per il conseguimento del titolo			120	
Range CFU totali del corso			112	164

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

Le attività denominate affini ed integrative si riferiscono a SSD non presenti nella tabella di classe. Tali SSD sono stati inseriti o perché inclusivi di aree culturali pertinenti ai profili professionali definiti dal CdS, o al fine di realizzare ulteriori approfondimenti culturali o per consentire l'acquisizione di strumenti metodologici e tecnologici, così come si evince dalle declaratorie degli SSD. La selezione è tesa ad assicurare una preparazione culturale con forti connotati interdisciplinari.