

# Università di Pisa

## Regolamento didattico

<b>Corso di Studio</b>	BIOR-L - SCIENZE BIOLOGICHE
<b>Tipo di Corso di Studio</b>	Laurea
<b>Classe</b>	Scienze biologiche (L-13 R)
<b>Anno Ordinamento</b>	2025/2026
<b>Anno Regolamento (coorte)</b>	2025/2026

## Presentazione

<b>Struttura didattica di riferimento</b>	DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA
<b>Docenti di Riferimento</b>	- ANDREA ANDREUCCI  - GAETANO ANGELICI  - LAURA ANTONELLA ARONICA  - FILIPPO BARBANERA  - ERIKA BELLINI  - LISANDRO BENEDETTI CECCHI  - UGO BORELLO  - DARIA BOTTAI  - PAOLO CASALE  - ALESSANDRO CINI  - LORENZO CUPELLINI  - ANTONELLA DEL CORSO  - WALTER DEL POZZO  - RICCARDO DI MAMBRO  - ILEANA FEDERIGI  - FRANCESCA FELICE  - ELISABETTA FERRARO  - LUIS FERRONI

	- FRANCA MARIA FLORIS
	- CHIARA GABELLINI
	- MANUEL GENTILUOMO
	- STEFANO LANDI
	- JEANNETTE JACQUELINE LUCEJKO
	- PAOLO LUSCHI
	- ELENA MAGGI
	- DAMIANO MARCHI
	- GIULIO PETRONI
	- FRANCESCO PINEIDER
	- ANTONIO PROFICO
	- MONICA RUFFINI CASTIGLIONE
	- ELENA SALVI
	- GIACOMO TOMMEI
	- GEMMA BURBUI
	- RICCARDO CARRA
	- Maria Grazia Ciuffreda
	- Chiara Colecchia
	- REBECCA DIVERSI
	- Gabriele Degl'Innocenti
	- SILVIA FARRONI
	- FEDERICA GEMIGNANI
	- PAOLO LUSCHI
	- NICOLE PISANI
	- IRIS ANNAPIA RIBOLI
	- MATTIA ZEQA
<b>Tutor</b>	
<b>Durata</b>	3 Anni
<b>CFU</b>	180
<b>Titolo Rilasciato</b>	Laurea in SCIENZE BIOLOGICHE
<b>Titolo Congiunto</b>	No
<b>Doppio Titolo</b>	No

<b>Modalità Didattica</b>	Convenzionale
<b>Lingua/e in cui si tiene il Corso</b>	Italiano
<b>Indirizzo internet del Corso di Studio</b>	<a href="https://www.biologia.unipi.it/bio-l.html">https://www.biologia.unipi.it/bio-l.html</a>
<b>Il corso è</b>	Trasformazione di corso 509
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	48
<b>Programmazione accessi</b>	Programmazione locale
<b>Posti Programmazione Locale</b>	350
<b>Obbligo di tirocinio</b>	No
<b>Sedi del Corso</b>	Università di Pisa (Responsabilità Didattica)

# Obiettivi della Formazione

## **Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Istituzione del corso)**

L'Università di Pisa è attualmente impegnata da una profonda evoluzione, innescata dalla pubblicazione del D.M. 270/04, incentrata su innovativi processi di autonomia, di responsabilità e di qualità. L'attuazione di tali processi, però, dipende anche dalla possibilità di realizzare una più efficace integrazione tra università e apparato produttivo. L'autonomia didattica si sta indirizzando verso alcuni obiettivi di sistema, come il ridurre e razionalizzare il numero dei corsi di laurea e delle prove d'esame, migliorare la qualità e la trasparenza dell'offerta e il rapportarsi tra progettazione e analisi della domanda di conoscenze e competenze espressa dai principali attori del mercato del lavoro, come elemento fondamentale per la qualità e l'efficacia delle attività cui l'università è chiamata.

Si è chiesto ai consessi l'espressione di un parere circa l'ordinamento didattico del corso in Scienze biologiche

Il fatto che l'Università di Pisa abbia privilegiato nel triennio la formazione di base spostando al secondo livello delle lauree magistrali numerosi indirizzi specialistici che potranno coprire alcune esigenze di conseguimento di professionalità specifiche per determinati settori, è stato giudicato positivamente sottolineando anche che, oltre all'attenzione posta alla formazione di base, positivi sono sia la flessibilità curricolare che l'autonomia e la specificità della sede universitaria, che mostra in questo contesto tutte le eccellenze di cui è depositaria.

In particolare, durante la progettazione del percorso formativo da parte del Consiglio dei Corsi di laurea in Scienze Biologiche, si è tenuto conto di quanto emerso nelle riunioni del Comitato di Indirizzo (composto da rappresentanti di varie parti interessate e da membri di tutte le componenti del Consiglio dei Corsi di laurea in Scienze Biologiche) svoltesi su tale tema nel 2007, e cioè dell'opportunità di proporre un percorso triennale generale di tipo metodologico su cui potessero svilupparsi percorsi formativi specifici, quali, ad esempio, i diversi percorsi magistrali proposti. Allo scopo di armonizzare comunque l'offerta formativa nell'area delle Scienze Biologiche si è tenuto conto inoltre di quanto emerso nelle riunioni del C.B.U.I. (Collegio dei Biologi delle Università Italiane) a cui partecipano i presidenti dei Corsi di Laurea in Scienze Biologiche delle università italiane nonché altre parti interessate come l'Ordine Nazionale dei Biologi.

Il corso di studio, in previsione del riesame annuale, nell'intento di verificare e valutare gli interventi mirati al miglioramento del corso stesso effettuerà nuove consultazioni con le organizzazioni maggiormente rappresentative nel settore di interesse.

## **Consultazione con le organizzazioni rappresentative – a livello nazionale e internazionale – della produzione di beni e servizi, delle professioni (Consultazioni successive)**

Le consultazioni con le organizzazioni rappresentative della produzione di beni e servizi e delle professioni sono state effettuate tramite il Comitato di Indirizzo (CDI), che è comune a tutti i Corsi di Studio del Dipartimento di Biologia. Il CDI è composto da 24 membri: 13 rappresentanti di enti ed aziende esterne, in qualità di stakeholder, 9 docenti dei vari corsi, 1 rappresentante degli studenti ed il Responsabile dell'Unità didattica del dipartimento.

Il CDI ha lo scopo di arricchire, potenziare e migliorare l'offerta formativa, soprattutto riguardo alle interazioni con soggetti esterni ed alle esigenze del mondo del lavoro. In particolare, il CDI si occupa di esaminare i regolamenti didattici, di proporre l'attivazione di insegnamenti a scelta ed organizzare attività seminariali per la preparazione all'esame di stato per la professione di Biologo Junior (e Biologo). Il CDI è inoltre in collegamento con le attività di Job Placement dell'Ateneo (Ufficio career service) attraverso la partecipazione alle riunioni e l'organizzazione di incontri informativi con gli

studenti circa i possibili sbocchi occupazionali dopo la laurea triennale.

Oltre alle iniziative gestite dal comitato di indirizzo, per proporre eventuali implementazioni al progetto formativo, si è tenuto conto anche di quanto emerso nelle giornate di studio promosse a livello nazionale a scadenza biennale dal C.B.U.I. in collaborazione con l'Ordine Nazionale dei Biologi e con altre parti interessate. Le iniziative del C.B.U.I. hanno sempre rappresentato un punto di riferimento per interventi di miglioramento del corso di laurea.

## **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

### **Biologo**

#### **Funzioni in un contesto di lavoro:**

Svolge attività tecnico-operative e professionali di supporto nel campo della biologia degli organismi vegetali, animali e dei microrganismi. Nella programmazione dell'offerta formativa, pur considerando il corso di laurea in Scienze Biologiche come un corso "metodologico", si è tenuto conto, in collaborazione con il CBUI (Collegio dei Biologi delle Università Italiane), delle possibili funzioni occupazionali del laureato nella Classe L-13.

#### **Competenze associate alla funzione:**

Possiede competenze e abilità operative e applicative in ambito biologico, con particolare riferimento a procedure tecniche di analisi biologiche e strumentali ad ampio spettro. È capace di lavorare in gruppo, operare con gradi definiti di autonomia e inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro. Ha competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione, inclusa la capacità di utilizzare almeno un'altra lingua dell'Unione Europea. Possiede inoltre gli strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

#### **Sbocchi occupazionali:**

Può inserirsi nel mondo del lavoro come dipendente o libero professionista in diversi ambiti delle discipline biologiche, come laboratori pubblici e privati di analisi, musei di storia naturale, orti botanici, parchi o riserve naturali e altre aree protette, e agenzie pubbliche per l'analisi della biodiversità e il monitoraggio della qualità ambientale. Il laureato in Scienze Biologiche può iscriversi (previo superamento dell'esame di stato) all'Albo per la professione di Biologo sezione B, con il titolo professionale di biologo junior, per svolgere le attività codificate.

Da considerare che il Corso di Laurea è "metodologico" e prevede uno sbocco nella formazione avanzata nei corsi di laurea magistrale della Classe LM-6 (o classi affini, se interessato a discipline come biotecnologie, scienze naturali, scienze ambientali, ecc.).

### **Il corso prepara alla professione di (Codifiche ISTAT):**

- Tecnici di laboratorio biochimico (3.2.2.3.1)
- Tecnici dei prodotti alimentari (3.2.2.3.2)
- Tecnici del controllo ambientale (3.1.8.3.1)

### **Conoscenze richieste per l'accesso**

Per l'ammissione al Corso di Laurea sono richieste conoscenze di base in biologia, chimica, fisica e matematica a livello di scuola superiore. Gli studenti devono sostenere una prova di ammissione concordata a livello nazionale e messa a punto in collaborazione con il CBUI. Questa prova ha una

funzione selettiva e serve anche a valutare le conoscenze minime richieste per l'accesso, come previsto per tutte le immatricolazioni ai corsi attivati secondo il D.M. 270/04 e successive integrazioni.

In base al punteggio ottenuto nella prova, verrà stilata una graduatoria utile ai fini dell'ammissione e, in base al punteggio conseguito, potranno essere assegnati debiti formativi agli studenti ammessi. Questi studenti dovranno partecipare a specifiche attività di recupero e sostenere verifiche per certificarne il superamento del debito prima di poter sostenere gli esami del primo anno.

## **Modalità di ammissione**

Per iscriversi al corso di Scienze biologiche è necessario il possesso del diploma di maturità quinquennale o di titolo equipollente.

Il corso di laurea è ad accesso programmato (350 posti).

È previsto per l'accesso al corso di studio un test obbligatorio selettivo. Le informazioni saranno rese disponibili per ogni anno accademico nel relativo bando di concorso.

Può essere prevista una soglia di sbarramento per il superamento del test. L'introduzione della soglia sarà eventualmente decisa per ogni anno accademico dalla Commissione appositamente nominata per lo svolgimento del concorso di accesso.

In base al punteggio ottenuto al test sarà elaborata una graduatoria dei vincitori e degli idonei all'immatricolazione al corso di laurea.

In base al punteggio ottenuto nella sezione di "Matematica" del test potranno essere eventualmente assegnati debiti formativi di matematica; gli studenti ammessi con debito dovranno sostenere verifiche specifiche per certificare il superamento del debito. Nel caso in cui il debito non sia stato colmato, gli studenti dovranno sostenere per primo l'esame di matematica.

È richiesta inoltre la certificazione di sicurezza in laboratorio.

Gli Studenti non in possesso della certificazione possono comunque immatricolarsi ma sono tenuti a frequentare il corso previsto al primo anno "Salute e Sicurezza in laboratorio" ai sensi del D.Lgs. 81/08 e secondo l'Accordo Stato – Regioni n. 221 del 21/12/2011.

Gli Studenti già in possesso di una certificazione di sicurezza in laboratorio possono presentare domanda di riconoscimento.

Coloro che non saranno in possesso della certificazione di sicurezza in laboratorio o non avranno sostenuto il relativo corso, non potranno né frequentare i laboratori didattici né sostenere i relativi esami di profitto.

Le informazioni saranno rese disponibili per ogni anno accademico alla seguente pagina <https://www.biologia.unipi.it/ofa-accesso-ai-laboratori.html>

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

Il Corso di Laurea in Scienze Biologiche si propone di dotare gli studenti di una solida base di conoscenze nei principali ambiti delle scienze biologiche, oltre a una buona padronanza delle metodologie e tecnologie rilevanti per i rispettivi campi di ricerca. In questo modo viene fornita una preparazione adeguata per comprendere i progressi scientifici e tecnologici nel campo delle scienze della vita.

Il corso segue le Linee-guida nazionali approvate dal CBUI ed è concepito come un corso

"metodologico". Questo approccio prepara gli studenti per ulteriori studi universitari e soddisfa i requisiti di accesso a tutte le lauree magistrali della Classe LM-6 - Biologia disponibili a livello nazionale. Inoltre, offre una preparazione che facilita l'inserimento diretto nel mondo del lavoro in diversi settori delle discipline biologiche.

Per conseguire questi obiettivi, il corso di laurea fornisce una solida base comune in matematica, statistica, informatica, fisica e chimica, insieme a una conoscenza approfondita dei principali settori della biologia. Gli studenti sviluppano una padronanza completa, sia teorica che pratica, delle metodologie e tecnologie multidisciplinari rilevanti per i vari campi di ricerca biologica.

Dopo aver acquisito le conoscenze di base, il progetto formativo consente agli studenti di sviluppare percorsi specifici in base alle loro inclinazioni, approfondendo vari aspetti delle scienze della vita. Questi percorsi, volti ad approfondire aspetti come quelli morfologico-funzionali, molecolari, biosanitari, o relativi allo studio della biodiversità o della biologia animale e umana, possono essere organizzati dal consiglio o proposti dagli stessi studenti. Sono caratterizzati da corsi specifici con lezioni frontali e, soprattutto, da un corso di Laboratorio di Biologia Sperimentale che, oltre a fornire conoscenze metodologiche e tecnologiche generali, permette di acquisire conoscenze pratiche disciplinari nelle aree culturali scelte dallo studente, utili sia per l'approfondimento culturale che per un possibile inserimento nel mondo del lavoro. Il percorso formativo è arricchito da discipline a scelta, offrendo agli studenti ampia libertà tra gli insegnamenti proposti dall'Ateneo. Gli insegnamenti opzionali consentono di approfondire temi di interesse dello studente. Il programma prevede anche una verifica della conoscenza della lingua inglese, considerata lingua dell'Unione Europea da conoscere oltre all'italiano. Il percorso si conclude con una prova finale che consiste nella esecuzione di un progetto sperimentale di natura biologica sotto la guida di un docente con funzione di tutor e la stesura di una relazione sul lavoro sperimentale svolto.

Per acquisire le competenze previste, il corso di laurea comprende lezioni frontali, esercitazioni pratiche, attività di laboratorio e corsi di laboratorio specifici presso le strutture dell'Università o in laboratori convenzionati.

In conformità con i principi dell'armonizzazione europea, le competenze sviluppate dai laureati soddisfano i requisiti della Tabella Tuning predisposta a livello nazionale dal (CBUI per la classe L-13, secondo il sistema dei Descrittori di Dublino).

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

I laureati in Scienze Biologiche dovranno:

- Aver acquisito la capacità di utilizzare in modo appropriato gli strumenti matematici, statistici, informatici, chimici e fisici di base, che sono necessari per comprendere i dati sperimentali e i fenomeni biologici. Dovranno inoltre saper impiegare la strumentazione di base di laboratorio, avendo presenti gli aspetti relativi alla sicurezza in laboratorio.
- Aver acquisito conoscenze applicative che permettano di utilizzare correttamente la terminologia delle discipline biologiche studiate e di effettuare correlazioni tra i vari livelli di organizzazione biologica. Attraverso le attività di laboratorio, i laureati dovranno aver appreso le basi dell'uso dei principali strumenti presenti nei laboratori di biologia e le principali metodologie di analisi citologiche, istologiche, genetiche, biochimiche, biomolecolari, microbiologiche, fisiologiche e di studio della biodiversità.
- Aver acquisito la capacità di lavorare in gruppo e di partecipare a gruppi di lavoro anche multidisciplinari.

A tale scopo, le singole unità didattiche prevedranno esercitazioni pratiche di laboratorio, durante le quali lo studente potrà svolgere individualmente l'attività proposta. Un ulteriore momento di applicazione delle conoscenze e di verifica del raggiungimento degli obiettivi è costituito dalla prova finale.

## **Conoscenza e comprensione e Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Dettaglio**

### **2. AREA MATEMATICA, FISICA, INFORMATICA**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione:**

I laureati dovranno aver acquisito le conoscenze di base di matematica, statistica e fisica, propedeutiche alla comprensione e all'apprendimento delle discipline biologiche e le abilità informatiche indispensabili alla gestione di software e banche dati.

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

I laureati dovranno essere in grado di utilizzare in modo appropriato gli strumenti matematici, statistici ed informatici di base, con particolare riguardo alla comprensione dei dati sperimentali. Inoltre dovranno possedere le conoscenze di fisica necessarie per la comprensione dei fenomeni biologici.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

114ZW Abilità informatiche (3 CFU)

021BB Fisica (6 CFU)

234AA Matematica (9 CFU)

### **3. AREA CHIMICA**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione:**

I laureati dovranno avere acquisito le conoscenze di base di chimica generale, chimica fisica e chimica organica e gli strumenti minimi necessari alla comprensione del linguaggio chimico e degli argomenti di base che sono indispensabili per il proseguimento degli studi biologici (atomo, legame chimico, reazioni chimiche, equilibrio chimico, termodinamica). I laureati dovranno aver acquisito inoltre le basi elementari della struttura della materia e dei legami chimici, le relazioni fra le proprietà degli elementi e la loro posizione nel sistema periodico, le nozioni fondamentali di stechiometria, i concetti riguardanti soluzioni, dissociazioni in soluzione, equilibri chimici ed elettrochimici, pH, soluzioni tampone ricollegabili a reazioni negli organismi viventi, la struttura e reattività dei principali gruppi funzionali organici.

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

I laureati dovranno avere acquisito la capacità di applicare i principi della stechiometria alla pratica di laboratorio. I laureati dovranno avere acquisito le conoscenze relative alla sicurezza in laboratorio ed appreso le modalità di utilizzazione della strumentazione di base di laboratorio, a preparare soluzioni e controllarne la concentrazione, misurare il pH, titolare soluzioni.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

222CC Chimica generale e chimica fisica (12 CFU)

223CC Chimica organica (6 CFU)

### **4. AREA BIOLOGICA GENERALE**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione:**

I laureati dovranno avere acquisito le conoscenze di base delle scienze della vita, fondamentali per la comprensione dei meccanismi biologici più complessi; in particolare dovranno avere acquisito



conoscenze teoriche e operative sugli aspetti morfo-funzionali e molecolare di cellule e tessuti; le nozioni della genetica formale e di popolazione; la biologia funzionale degli animali, le modalità di riproduzione, la biologia evoluzionistica, la biodiversità, sistematica e filogenesi degli animali; l'organizzazione delle piante con riferimento alle peculiarità delle cellule vegetali e alle modalità di riproduzione; la biodiversità, sistematica e filogenesi dei vegetali. I laureati dovranno avere acquisito inoltre conoscenze specifiche di biologia molecolare con riferimento a processi di replicazione del DNA, trascrizione e traduzione sia in procarioti che eucarioti, esempi di regolazione della trascrizione, traduzione e della funzione delle proteine; di biochimica con riferimento alla conoscenza della catalisi enzimatica e delle vie metaboliche principali; di microbiologia con le basi molecolari per comprendere la struttura e le funzioni dei microrganismi; di biologia dello sviluppo e degli elementi di regolazione dello sviluppo e del differenziamento; di ecologia e dei principi basati sullo studio della biodiversità e del funzionamento degli ecosistemi; di fisiologia delle piante, con particolare riguardo all'attività fotosintetica; dei fondamenti fisiologici dei processi cellulari e le funzioni che concorrono all'equilibrio omeostatico.

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

I laureati dovranno avere acquisito conoscenze applicative che permettano loro di utilizzare correttamente la terminologia relativa alle discipline biologiche studiate e di effettuare correlazioni fra i vari livelli di organizzazione biologica. Mediante le esercitazioni pratiche di laboratorio, i laureati dovranno avere appreso le basi di utilizzo dei principali strumenti presenti nei laboratori di biologia e le principali metodologie di analisi citologiche, istologiche, genetiche, biochimiche, biomolecolari, microbiologiche, fisiologiche e di studio della biodiversità.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

064EE Biochimica (9 CFU)  
068EE Biologia dello sviluppo (6 CFU)  
069EE Biologia Molecolare (9 CFU)  
070EE Botanica (9 CFU)  
071EE Citologia e Istologia (9 CFU)  
073EE Ecologia (9 CFU)  
080EE Fisiologia generale (9 CFU)  
081EE Fisiologia vegetale (9 CFU)  
082EE Genetica (9 CFU)  
084EE Microbiologia (9 CFU)  
085EE Zoologia (9 CFU)

### **5. AREA BIOLOGICA DI INTEGRAZIONE**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione:**

I laureati dovranno avere acquisito e sviluppato competenze specifiche in diversi aspetti delle scienze della vita, a seconda delle loro personali propensioni che hanno portato ad individuare le aree culturali più coerenti con i loro interessi. Si tratta di aspetti morfologico-funzionali, molecolari, biosanitari, o relativi allo studio della biodiversità o della biologia umana affrontati anche mediante attività di laboratorio in modo tale da permettere, accanto all'acquisizione di conoscenze metodologiche e tecnologiche generali, l'acquisizione anche di conoscenze teorico-pratiche nelle discipline individuate.

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

I laureati dovranno avere acquisito e sviluppato ulteriormente competenze applicative di tipo metodologico e strumentale con riferimento a diversi aspetti delle scienze della vita fra cui analisi biomolecolari e genetiche; analisi biomediche; analisi relative all'igiene dell'ambiente e degli alimenti; analisi del comportamento animale etc. A tal scopo sono programmate attività didattiche integrative in

grado di stimolare le capacità applicative ed è previsto uno specifico corso di laboratorio di biologia sperimentale che permette un ulteriore sviluppo delle capacità applicative dei laureati in aree specifiche delle scienze della vita.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

061EE Anatomia comparata (6 CFU)

062EE Anatomia umana (6 CFU)

505EE Antropologia biologica (6 CFU)

035FF Igiene (6 CFU)

334FF Immunologia e Tecniche immunologiche (6 CFU)

083EE Laboratorio di Biologia sperimentale (9 CFU)

## **Autonomia di giudizio, Abilità comunicative, Capacità di Apprendimento**

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

Il livello di apprendimento delle conoscenze deve essere accompagnato dall'acquisizione di capacità di interpretazione critica dei dati e dallo sviluppo di una consapevole autonomia di giudizio. Questo include la scelta delle metodologie di indagine, la loro conformità con il metodo scientifico e i principi di bioetica e deontologia professionale e la sicurezza. Il raggiungimento di questi obiettivi sarà verificato tramite prove scritte o orali per ciascun insegnamento, basate su domande mirate. In particolare, le attività di laboratorio richiederanno la stesura di relazioni in cui lo studente dimostrerà la propria capacità critica di rielaborare i risultati ottenuti e di valutare la letteratura scientifica. La capacità di autonomia di giudizio dello studente e il conseguimento dell'obiettivo formativo da parte del corpo docente saranno verificati nella prova finale.

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

Le attività del corso di laurea prevedono che lo studente sia in grado di raccogliere informazioni utilizzando materiale bibliografico, banche dati e altre risorse disponibili in rete, comprenderle e trasmetterle. L'acquisizione di queste capacità permetterà allo studente di aggiornare le proprie conoscenze e affrontare autonomamente livelli successivi di apprendimento.

L'acquisizione di tali capacità sarà verificata lungo tutto il percorso formativo attraverso le singole prove d'esame, nonché mediante la verifica delle attività autonome e applicative previste per le esercitazioni e gli eventuali tirocini.

## **Caratteristiche della prova finale**

Per essere ammesso all'esame di laurea, lo studente deve aver acquisito 174 crediti, come previsto dal regolamento didattico. La prova finale consiste nella esecuzione di un progetto sperimentale di natura biologica da parte dello studente e successiva preparazione di una relazione sul lavoro sperimentale svolto. Questa attività formativa prevede 6 CFU così suddivisi: 125 ore per la frequenza di un laboratorio a scelta dello studente, sotto la guida di un docente con funzione di tutor, e 25 ore per la stesura della relazione, che poi verrà discussa in presenza di un'apposita commissione.

L'obiettivo della prova finale è permettere allo studente di:

- Impostare con chiarezza la tematica scientifica alla base del lavoro sperimentale svolto, indipendentemente dalla rilevanza e dall'originalità dei risultati ottenuti. di,
- Apprendere l'uso corretto di tutti gli strumenti tecnici, informatici e metodologici inerenti all'attività svolta.
- Discutere criticamente i dati sperimentali raccolti e gli sviluppi futuri del progetto sperimentale a cui ha partecipato.

Durante la prova finale verranno valutate la preparazione dello studente nel campo della biologia, la capacità di ragionamento, di espressione e di comunicazione.

## **Modalità di svolgimento della prova finale**

La discussione della relazione avverrà in presenza di una commissione costituita da 5-7 membri, definita su proposta della Commissione Lauree.

Al termine della prova, la commissione determina il Voto di Laurea.

La determinazione del Voto di Laurea è data dalla Media curriculare espressa in centodecimali calcolata utilizzando la media delle votazioni, ponderata sui CFU/corso, conseguite negli esami relativi alle attività formative di base, affini/integrative e relative alla scelta dello studente 4-8 punti assegnati per la presentazione e discussione dell'elaborato (4: sufficiente; 5: discreto; 6: buono; 7: molto buono; 8: ottimo) 3 punti per gli studenti che si laureano entro l'appello di maggio del IV anno di immatricolazione, 2 punti per gli studenti che si laureano entro l'appello di settembre del IV anno, 1 punto per gli studenti che si laureano entro l'appello di febbraio del V anno. L'arrotondamento è per difetto se la votazione ottenuta è inferiore alla metà di un intero, per eccesso se è pari o superiore alla metà di un intero. E' facoltà del tutore o del presidente proporre l'assegnazione della lode, nel caso in cui il candidato raggiunga una valutazione finale di 110/110 (senza arrotondamento); per proporre il conferimento della lode è necessario che lo studente abbia conseguito la votazione di 30/30 e lode in almeno 1 esame fondamentale del corso di laurea o che abbia una media curriculare di almeno 29/30.

# **Esperienza dello Studente**

## **Aule**

<https://su.unipi.it/OccupazioneAule>

## **Laboratori e Aule informatiche**

Vedi allegato

## **Sale Studio**

<https://www.unipi.it/index.php/servizi-e-orientamento/item/1300-sale-studio>

## **Biblioteche**

<http://www.sba.unipi.it/it/biblioteche/polo-3/scienze-naturali-e-ambientali>

## **Orientamento in ingresso**

<https://orientamento.unipi.it/>

## **Orientamento e tutorato in itinere**

<https://www.unipi.it/index.php/servizi-e-orientamento>

## **Assistenza per lo svolgimento di periodi di formazione all'estero (Tirocini e stage)**

<https://www.unipi.it/index.php/tirocini-e-job-placement>

## **Assistenza e accordi per la mobilità internazionale degli studenti**

<https://www.unipi.it/index.php/internazionale>

## **Accompagnamento al lavoro**

<https://www.unipi.it/index.php/career-service>

## **Eventuali altre iniziative**

Per orientare gli studenti che frequentano gli ultimi anni degli Istituti Superiori ad una scelta matura e consapevole del proprio percorso universitario si effettueranno diverse attività anche nell'ambito del progetto Piano nazionale Lauree Scientifiche (PLS) 'Biologia e Biotecnologie', attualmente in fase di emanazione. In particolare,

1) verranno reclutati studenti-tutor che daranno il loro supporto alle iniziative di orientamento in ingresso (es: Giornate di orientamento, Salone dello Studente, Open Days, diffusione di materiale informativo), agli studenti del primo anno (es: Tutorato di accoglienza), alle attività che i Corsi di Laurea avvieranno per ridurre i tassi di abbandono (preparazione, somministrazione ed analisi di questionari anonimi), alle attività di supporto alle Scuole per la preparazione ai test di accesso ai corsi

triennali (TOLC-B) attraverso gli strumenti di autovalutazione ed autoapprendimento offerti dal CBUI e dal CISIA (cisiaonline.it).

2) Alla luce delle difficoltà riscontrate nella preparazione e superamento dell'esame di matematica, spesso ascrivibili alla diversa preparazione iniziale acquisita (in conseguenza del diverso background maturato durante la scuola superiore), verrà organizzato uno specifico servizio di tutorato di matematica per supportare, sin dall'inizio del corso, gli studenti del primo anno nell'affrontare lo studio della matematica e la preparazione dell'esame.

3) Altre attività ricalcheranno le iniziative più efficaci sviluppate durante i progetti PLS precedenti, in attesa dell'emanazione dei nuovi bandi. Rientrano in questo ambito: (i) seminari nelle Scuole su tematiche pre-concordate, (ii) la somministrazione di questionari anonimi di autovalutazione e di monitoraggio del percorso di studio (iii) 'question meetings' con studenti e insegnanti degli Istituti Superiori per rispondere a domande che riguardano l'orientamento.

4) Si prevede, inoltre, l'organizzazione di una o più giornate di orientamento dedicate alla scelta del percorso di laurea di secondo livello, rivolto sia agli studenti provenienti dai CdS triennali afferenti al Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa, che a studenti provenienti da altri CdS o da altri Atenei.

## **Opinioni studenti**

I dati relativi all'anno 2023-24 fanno registrare una diminuzione di circa il 25 % del numero di questionari compilati (1468) rispetto al valore del 22/23, che era a sua volta in linea con i valori, abbastanza costanti, degli anni precedenti. Tuttavia, è da tenere in considerazione il fatto che quest'anno (probabilmente a seguito dei cambiamenti occorsi sia nella modalità di erogazione della prova di accesso a Scienze Biologiche, sia nelle tempistiche di accesso al CdS in Medicina) il numero di iscritti a Scienze Biologiche è stato inferiore ai valori degli anni precedenti. In ogni caso il numero di CQS sopra la soglia di significatività (52) è rimasto costante all'anno precedente e in linea con il trend degli ultimi anni. Non si evidenziano particolari criticità, dal momento che per tutte le voci del questionario la media è in linea con i valori riscontrati negli anni precedenti, o leggermente superiore, ed è comunque sempre uguale o superiore a 3,0 (valore più basso riscontrato solo per la voce : le conoscenze preliminari possedute sono risultate sufficienti per la comprensione degli argomenti del programma d'esame). Apprezzata dagli studenti la qualità del corpo docente, sia in termini di chiarezza espositiva e di stimolo verso lo studente (Il docente espone gli argomenti in modo chiaro: 3,2; Il docente stimola / motiva l'interesse verso la disciplina: 3,2), che in termini di disponibilità per ulteriori chiarimenti (il docente è reperibile per chiarimenti e spiegazioni: 3,5). Positiva anche la valutazione dei servizi (media delle valutazioni superiore o uguale a 2,9 per tutte le voci), con un giudizio complessivo sulla qualità organizzativa del CdS di 2,9. Apprezzata dagli studenti la qualità delle biblioteche (Le biblioteche sono accessibili e adeguate: 3,2), dei laboratori (I laboratori - ove previsti - sono adeguati alle esigenze didattiche: 3,2) e dell'attività di tutorato (Le attività di tutorato svolte da docenti/tutors sono utili ed efficaci: 3). Apprezzato il servizio di informazione/orientamento e l'attività della segreteria didattica (Il servizio di informazione /orientamento rivolto agli studenti è puntuale ed efficace: 3. Il servizio dell'unità didattica è adeguato: 2,9)

## **Opinioni laureati**

Nell'anno 2023 il numero di laureati è stato di 123, valore leggermente superiore alla media dei 5 anni precedenti (104), con un tasso di compilazione del questionario che si conferma altissimo (99%). L'età media alla laurea (24,1 anni) è costante rispetto all'anno precedente e in linea con la media degli ultimi 5 anni. L'analisi della distribuzione nelle varie fasce di età indica un lieve aumento della percentuale di laureati con età inferiore ai 23 anni (34,1%) rispetto alla media degli ultimi 5 anni (33,4%), anche se la % di laureati con età inferiore a 24 anni è quest'anno inferiore alla media degli ultimi 5 anni (74,8% contro 79,2%). Si conferma la presenza tra i laureati di studenti stranieri (4,3%), così come osservato, per la prima volta negli ultimi 5 anni, nel 2022; inoltre nell'anno in analisi lo 0,8% dei laureati è residente all'estero. In aumento l'attrattività all'interno della Regione (53,2%) rispetto alla media degli

ultimi 5 anni (44,7%); l'attrattività extra-regione (24,1%) è ancora inferiore alla media degli ultimi 5 anni (29,9%), come probabile conseguenza della crisi economica post-pandemia, ma in ripresa rispetto al 2021 e 2022. Non ci sono grandi variazioni in termini di scuola di provenienza dei laureati, con il liceo scientifico che rimane anche nel 2023 la scuola da cui proviene la maggior parte dei laureati (67,5%). Il voto medio di diploma (83,5/100) è solo lievemente inferiore alla media degli ultimi 5 anni (84,1/100). Per quanto riguarda la scelta del percorso, continuano a prevalere le motivazioni prevalentemente culturali (48%), valore in linea con la media degli ultimi 5 anni. La durata del percorso di studi è lievemente aumentata (4,7 anni) rispetto alla media degli ultimi 5 anni (4,5), ma è da notare l'aumento dei laureati in corso (37,4%) rispetto alla media degli anni 2021 e 2022 (33,1%) e alla media degli anni 2018 e 2019 (la media degli ultimi 5 anni non è stata calcolata per la presenza di un valore di 3,6%, palesemente anomalo, presente per l'anno 2020). Il voto medio di laurea (102/110) è leggermente superiore alla media degli ultimi 5 anni (100/110). L'89,4% dei laureati si dichiara complessivamente soddisfatto del percorso, in linea con i valori degli ultimi 5 anni (91,2%). Il 53% dei laureati ha usufruito del servizio di orientamento allo studio post-laurea, e il 36% ha usufruito delle iniziative formative di orientamento al lavoro, con una % di soddisfazione rispettivamente del 50 e 45%. Il 91,8 % dei laureati intende proseguire, principalmente in un percorso di laurea magistrale, questo valore è lievemente più basso della media degli ultimi 5 anni (95,9%), perché nel 2023 è aumentata la % di coloro che non intendono proseguire gli studi (8,2%).

# Risultati della Formazione

## Dati di ingresso, di percorso e di uscita

I dati di seguito analizzati, aggiornati al 31 maggio 2024, sono stati forniti dall'ufficio statistica dell'Ateneo e consultabili sul portale UnipiStat (<http://unipistat.unipi.it/index.php>).

### Ingresso

#### - Numerosità studenti in ingresso

Si registra un lieve calo delle immatricolazioni nell'ultimo anno rispetto agli anni passati (2016-17: 309, 2017-18: 333, 2018-19: 344, 2019-20: 345, 2020-21: 347, 2021-22: 340, 2022-23: 332, 2023-24: 237). Per confermare questo decremento numerico bisogna aspettare di analizzare i dati degli anni prossimi.

#### - Provenienza culturale e geografica

Si conferma che i nostri studenti abbiamo per la maggior parte provenienza dal liceo scientifico. Negli ultimi due anni la percentuale degli studenti provenienti dal liceo scientifico è aumentata mentre diminuisce la percentuale di studenti con preparazione umanistica.

Il voto di diploma degli immatricolati nel 2023-24 è diminuito rispetto agli ultimi 3 anni.

La provenienza geografica degli immatricolati è quasi totalmente dalla regione toscana con un incremento minimo nell'ultimo anno da altre regioni come Liguria, Calabria e Lombardia. Il numero degli studenti stranieri rimane basso (2,1%) ma in leggero aumento negli ultimi 3 anni.

Le studentesse sono il 67,5% contro il 32,5% degli studenti.

### Percorso

#### - Studenti iscritti

Il trend delle iscrizioni agli anni successivi al primo rimane generalmente invariato. È evidente dall'analisi di questi dati un calo di circa il 50% degli iscritti tra il primo ed il secondo anno. Negli anni successivi la percentuale degli studenti iscritti rispetto all'anno precedente si assesta tra il 60 ed il 70%.

#### - Passaggi, trasferimenti, abbandoni in uscita

La percentuale di studenti passati ad un altro corso di studio dell'ateneo è intorno al 25-30% con una riduzione al 20% nel 2023. Questo dato assieme a quello della diminuzione di immatricolati si potrebbe spiegare con lo spostamento delle date del test di ingresso a medicina che adesso non coincidono con i TOLC-B di Scienze Biologiche. Anche questo dato sarà da verificare quando la riforma dell'ingresso a Medicina sarà definitiva.

La percentuale di abbandoni è diminuita (12%) rispetto agli anni precedenti (20%).

La percentuale di studenti trasferiti presso un altro ateneo è bassa anche se il valore massimo (45) si registra al secondo anno.

Infine, gli studenti che cambiano corso di studi si iscrivono ai corsi di studio in Biotecnologie, Medicina e Chirurgia o Professioni Sanitarie.

#### - Andamento carriere studenti

Il numero di studenti attivi al primo anno (54,9%, 66,4% e 69,2%) e agli anni successivi è in aumento negli ultimi 3 anni anche se il numero medio di CFU acquisiti rimane basso al primo anno

#### - Votazioni agli esami

La votazione degli esami è stabile al 25 anche se registra un picco al 29 al 2023.

Ma il rendimento, inteso come rapporto percentuale tra la media dei CFU acquisiti dagli studenti attivi e 60 (numero teorico di CFU acquisibili in un anno) nel 2023 è solo del 5,4% rispetto ai valori intorno al 30-40% degli anni precedenti.

Uscita

Il numero dei laureati rimane basso con il massimo al primo anno fuori corso (2016: 44, 2017: 41, 2018: 35, 2019: 37, 2020:24).

Il voto di laurea è compreso tra il 102 ed il 109 ed diminuisce intorno al 100 al secondo anno fuori corso

## **Organizzazione e Gestione della Qualità**

### **Struttura organizzativa e responsabilità a livello di Ateneo**

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>

### **Organizzazione e responsabilità della AQ a livello del Corso di Studio**

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>

### **Programmazione dei lavori e scadenze di attuazione delle iniziative**

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>

### **Riesame annuale**

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>



# Classe/Percorso

<b>Classe</b>	Scienze biologiche (L-13 R)
<b>Percorso di Studio</b>	comune

## Quadro delle attività formative

Base				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Discipline matematiche, fisiche, statistiche e informatiche	15	12 - 18	FIS/07	1 - FISICA, 6 CFU, OBB
		12 - 18	MAT/05	1 - MATEMATICA, 9 CFU, OBB
Discipline chimiche	18	12 - 18	CHIM/02	2 - CHIMICA FISICA, 6 CFU, OBB (Modulo dell'Attività formativa integrata CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC))
		12 - 18	CHIM/03	1 - CHIMICA GENERALE, 6 CFU, OBB (Modulo dell'Attività formativa integrata CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC))
		12 - 18	CHIM/06	1 - CHIMICA ORGANICA, 6 CFU, OBB
Discipline biologiche	45	27 - 45	BIO/01	1 - BOTANICA, 9 CFU, OBB
		27 - 45	BIO/06	1 - CITOLOGIA E ISTOLOGIA, 9 CFU, OBB
		27 - 45	BIO/10	1 - BIOCHIMICA, 9 CFU, OBB
		27 - 45	BIO/11	1 - BIOLOGIA MOLECOLARE, 9 CFU, OBB
		27 - 45	BIO/18	1 - GENETICA, 9 CFU, OBB
Totale Base	78	51 - 81		

Caratterizzante				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Discipline botaniche, zoologiche, ecologiche	24	18 - 24	BIO/05	1 - ZOOLOGIA, 9 CFU, OBB
		18 - 24	BIO/06	1 - BIOLOGIA DELLO SVILUPPO, 6 CFU, OBB
		18 - 24	BIO/07	1 - ECOLOGIA, 9 CFU, OBB
Discipline biomolecolari	18	18 - 18	BIO/04	1 - FISILOGIA VEGETALE, 9 CFU, OBB
		18 - 18	BIO/19	1 - MICROBIOLOGIA, 9 CFU, OBB
Discipline fisiologiche e biomediche	9	9 - 18	BIO/09	1 - FISILOGIA GENERALE, 9 CFU, OBB
Totale Caratterizzante	51	45 - 60		

Affine/Integrativa				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Attività formative affini o integrative	27	18 - 27	BIO/05	1 - ETOLOGIA, 6 CFU, OPZ
		18 - 27	BIO/06	1 - ANATOMIA COMPARATA, 6 CFU, OPZ
		18 - 27	BIO/08	1 - ANTROPOLOGIA BIOLOGICA, 6 CFU, OPZ
		18 - 27	BIO/13	1 - LABORATORIO DI BIOLOGIA SPERIMENTALE, 9 CFU, OBB
		18 - 27	BIO/16	1 - ANATOMIA UMANA, 6 CFU, OPZ
		18 - 27	MED/05	1 - IMMUNOLOGIA E PATOLOGIA, 6 CFU, OPZ
		18 - 27	MED/42	1 - IGIENE, 6 CFU, OPZ
Totale Affine/Integrativa	27	18 - 27		

A scelta dello studente				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
A scelta dello studente	12	12 - 15	BIO/02	1 - ALBERI E ARBUSTI DELLA FLORA ITALIANA, 3 CFU, OPZ
				1 - INTRODUZIONE ALLA BIODIVERSITÀ DIGITALE, 6 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/03	0043E - PLANT ECOLOGY AND GLOBAL CHANGE, 6 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/05	1 - EVOLUZIONE DELLE INTERAZIONI BIOTICHE, 3 CFU, OPZ
				1 - BIOLOGIA DEI PROTISTI A VITA LIBERA, 3 CFU, OPZ
				1 - CICLI DI SEMINARI IN BIODIVERSITÀ, ECOLOGIA, EVOLUZIONE, 3 CFU, OPZ
				1 - ECOLOGIA DEI PROTISTI, 6 CFU, OPZ
				1 - ENTOMOLOGIA, 6 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/07	1 - PROSTITOLOGIA, 6 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/07	1 - ECOLOGIA APPLICATA, 6 CFU, OPZ

		12 - 15	BIO/08	1 - TEORIE DEI PROCESSI DELL'EVOLUZIONE, 6 CFU, OPZ
				1 - MORFOMETRIA GEOMETRICA, 6 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/10	1 - ENZIMOLOGIA, 6 CFU, OPZ
				1 - BIOCHIMICA SPERIMENTALE II, 3 CFU, OPZ
				1 - BIOCHIMICA SPERIMENTALE 1, 3 CFU, OPZ
				1 - METODOLOGIE BIOCHIMICHE, 6 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/14	1 - FARMACOLOGIA GENERALE, 3 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/18	1 - MODULO 1, 6 CFU, OPZ
		12 - 15	MED/07	1 - VIROLOGIA GENERALE E MOLECOLARE, 6 CFU, OPZ
		12 - 15	NN	1 - TECNICHE E STRUMENTI PER LA COMUNICAZIONE DIGITALE, 3 CFU, OPZ
				1 - TEST DI VALUTAZIONE DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA, 2 CFU, OPZ
				1 - EDITORIA DIGITALE, 3 CFU, OPZ
Totale A scelta dello studente	12	12 - 15		

Lingua/Prova Finale				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Per la prova finale	6	3 - 6	PROFIN_S	2347Z - PROVA FINALE, 6 CFU, OBB
Per la conoscenza di almeno una lingua straniera	3	3 - 3	NN	1 - ABILITÀ LINGUISTICHE (INGLESE), 3 CFU, OBB
Totale Lingua/Prova Finale	9	6 - 9		

Altro				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Abilità informatiche e telematiche	3	0 - 6	NN	1 - Indefinito/Interdisciplinare, 3 CFU, OPZ
				1 - ABILITÀ INFORMATICHE, 3 CFU, OBB
Totale Altro	3	0 - 6		

Totale	180	132 - 198		
--------	-----	-----------	--	--

## Percorso di Studio: comune (PDS0)

CFU totali: 290, di cui 150 derivanti da AF obbligatorie e 140 da AF a scelta

### 1° Anno (anno accademico 2025/2026)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
<b>ALBERI E ARBUSTI DELLA FLORA ITALIANA (436EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso avrà un taglio molto pratico e sarà volto al riconoscimento delle principali specie arboree e arbustive della nostra flora, con un'attenzione particolare alle specie native presenti in Toscana e a quelle endemiche italiane. Saranno previste un paio di uscite sul campo.	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/02	No
<b>ANATOMIA COMPARATA (061EE)</b> <b>Obiettivi</b> L'anatomia comparata prende in esame l'esito dei processi evolutivi ed adattativi che hanno luogo durante la Filogenesi dei Vertebrati con l'obiettivo finale di avere una base per la comprensione dei dati fondamentali dell'Anatomia di questo gruppo sistematico naturale. Innovazioni ed origine dei Vertebrati. Filogenesi del gruppo. Tegumento. Scheletro craniale e sua evoluzione; scheletro post-craniale: assile ed appendicolare, adattamenti evolutivi. Sistema nervoso centrale e periferico; evoluzione del midollo spinale e dell'encefalo. Morfogenesi ed adattamenti del sistema circolatorio e del sistema urogenitale.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/06	No
<b>ANATOMIA UMANA (062EE)</b> <b>Obiettivi</b> Lo scopo del corso è quello di fornire le fondamentali nozioni concernenti la morfologia macroscopica e microscopica del sistema nervoso e degli organi di senso specializzati. Inoltre, degli apparati locomotore, vascolare, immunitario, digerente, respiratorio, urogenitale ed endocrino. Particolare enfasi verrà data alla conformazione strutturale ed ultrastrutturale degli organi ed alle loro caratteristiche morfofunzionali.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/16	No
<b>ANTROPOLOGIA BIOLOGICA (505EE)</b> <b>Obiettivi</b> Lo studente che completerà il corso sarà in grado di dimostrare una solida conoscenza delle principali tematiche relative ai processi dell'evoluzione naturale e della selezione naturale, incluso la capacità di discutere su fitness evolutiva, adattamento, ereditabilità dei caratteri e genetica delle popolazioni. Lo studente sarà anche in grado di discutere sulla diversità, l'evoluzione, l'ecologia e il comportamento dei primati non umani e fare considerazioni su come conoscenze su queste specie possono aumentare la nostra conoscenza dell'Uomo. Lo studente sarà anche in grado di delineare l'evoluzione morfologica e	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/08	No

tecnologica degli ominini dai primi antenati che abitavano nella foresta fino ai Neanderthal e all'uomo moderno. Infine, lo studente apprenderà come una visione evolutiva può aumentare la nostra comprensione della diversità genetica, fenotipica e culturale dell'uomo.						
<b>BIOCHIMICA SPERIMENTALE 1 (065EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso di Biochimica sperimentale 1 è da intendersi personalizzato per ciascun studente al quale verrà assegnato, previo colloquio con il responsabile del corso, un problema sperimentale che prevede una fase di indagine bibliografica, una fase di acquisizione metodologica ed infine una fase di soluzione o tentativo di soluzione dell'obiettivo sperimentale. Gli studenti svolgeranno il proprio lavoro definendo essi stessi giorni e orari di attività, purché gli stessi si identifichino con il normale orario di attività della struttura dipartimentale e che comunque verranno concordati con il personale docente e ricercatore della struttura	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No
<b>BIOCHIMICA SPERIMENTALE II (339EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso è in continuazione con Biochimica sperimentale 1 ed è da intendersi personalizzato per ciascun studente al quale verrà assegnato, previo colloquio con il responsabile del corso, un problema sperimentale che prevede una fase di indagine bibliografica, una fase di acquisizione metodologica ed infine una fase di soluzione o tentativo di soluzione dell'obiettivo sperimentale. Gli studenti svolgeranno il proprio lavoro definendo essi stessi giorni e orari di attività, purché gli stessi si identifichino con il normale orario di attività della struttura dipartimentale e che comunque verranno concordati con il personale docente e ricercatore della struttura	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No
<b>BIOLOGIA DEI PROTISTI A VITA LIBERA (067EE)</b> <b>Obiettivi</b> Generalità, sistematica, etologia ed ecologia dei Protisti a vita libera. Far conoscere meglio il mondo anti-intuitivo dei Protisti a vita libera	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<b>BOTANICA (070EE)</b> <b>Obiettivi</b> L'obiettivo del corso di Botanica è di comprendere la "pianta", intesa come sistema biologico immobile con ampie interfacce con l'ambiente, e i suoi peculiari meccanismi di sviluppo, connessi alla modalità di nutrizione autotrofa e alla loro posizione filogenetica. Il programma del corso è incentrato sugli aspetti di citologia, morfologia e sviluppo che evidenziano, anche a livello molecolare, le peculiarità organizzative delle piante, in relazione alla loro biodiversità, sistematica e filogenesi.	9	L-13 R	A	Discipline biologiche	BIO/01	Si
<b>CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC)</b> <b>Obiettivi</b> Fornire le nozioni di base della Chimica generale e della Chimica Fisica per consentire di affrontare gli	12	L-13 R	A	Discipline chimiche	CHIM/02, CHIM/03	Si

aspetti chimici e chimico-fisici nell'ambito delle scienze biologiche. Il corso di 12 crediti è suddiviso in 2 moduli di 6 crediti ciascuno, uno per la Chimica Generale e l'altro per la Chimica Fisica. 1)Modulo di Chimica Generale. Le leggi fondamentali della Chimica: conservazione della materia, proporzioni definite, proporzioni multiple. Dalle leggi fondamentali al modello atomico di Dalton. I concetti fondamentali della chimica: elemento, composto, miscela (omogenea ed eterogenea), analisi, sintesi, caratterizzazione. Il linguaggio chimico: simboli, formule, equazioni chimiche. La tavola periodica e il suo ordinamento, dalla massa atomica al numero atomico. Alcune proprietà periodiche: raggio atomico, affinità elettronica, energia di prima ionizzazione, elettronegatività configurazione Elettronica. Teoria atomica. Configurazione elettronica esterna e proprietà periodiche. Legame chimico: covalente (puro e polare), ionico, dativo, metallico. Formule di Lewis e geometria molecolare secondo il modello VSEPD. Il concetto di Mole. Bilanciamento di una equazione chimica. Unità di concentrazione. Stechiometria. L'equilibrio chimico. Costante di equilibrio e principio di Le Chatelier. Equilibri in soluzione acquosa (acido-base, solubilità). Teorie acido – base di Arrhenius e di BrønstedLowry. Scala di pH, pKa . Acidi forti e deboli. Calcolo del pH. Titolazioni acido-base. Elettrochimica. Semireazioni e potenziali standard. Celle galvaniche e celle elettrolitiche. 2)Modulo di Chimica Fisica. Acquisizione di concetti di base della chimica fisica nei campi della Termodinamica e della cinetica delle reazioni chimiche. Il corso parte dai principi della termodinamica con l'introduzione di concetti fondamentali, quali la temperatura, la pressione, le forze intermolecolari, l'energia, il calore, il lavoro, l'entalpia, la capacità termica, il rendimento termodinamico, l' entropia, le energie libere, il potenziale chimico, e mostra come questi siano usati nello studio di sistemi e processi che sono d'interesse in chimica biochimica. Equazioni di stato dei gas ideali e dei gas reali, termochimica, passaggi di fase, diagrammi di stato, proprietà delle soluzioni in fase liquida di elettroliti e di non-elettroliti. proprietà colligative, reazioni chimiche, trasporto di membrana, effetto idrofobico. Potenziale chimico di un composto puro e in miscela. Le reazioni chimiche e l'osmosi saranno trattate dando particolare rilievo all'energia libera nell'ambito dell'applicazione del II principio per stabilire la spontaneità di un processo e le condizioni dell'equilibrio. I concetti di base della termodinamica saranno infine applicati alle reazioni in una cella elettrochimica. Sistemi aperti e processi di non equilibrio. Nell'ambito della cinetica chimica saranno fornite definizioni di base, quali la velocità di reazione, l'ordine di reazione, il tempo di dimezzamento, energia di attivazione e mostrati alcuni esempi di calcolo della velocità di reazione.

#### **Moduli**

CHIMICA GENERALE (1)

6

CHIMICA FISICA (2)	6					
<b>CHIMICA ORGANICA (223CC)</b> <b>Obiettivi</b> Struttura delle molecole organiche: isomeri costituzionali e stereoisomeri. Nomenclatura. Chiralità. Aromaticità. Principali classi di composti e loro reattività tipica. Meccanismi di reazione: stati di transizione e intermedi. Cenni di stereochimica e reattività dei carboidrati. Cenni sulle reazioni di condensazione. Questo corso vuole fornire conoscenze di chimica organica relative a: Proprietà acido-base dei composti organici, nucleofilicità ed elettrofilicità, intermedi di reazione in chimica organica, fondamenti di stereochimica dei composti organici.	6	L-13 R	A	Discipline chimiche	CHIM/06	Si
<b>CICLI DI SEMINARI IN BIODIVERSITÀ, ECOLOGIA, EVOLUZIONE (309EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso, organizzato in seminari di una o due ore, ha lo scopo di fornire agli studenti una panoramica sull'attività di ricerca nell'ambito degli studi sulla biodiversità, l'ecologia e l'evoluzione che vengono condotti in particolare presso l'Ateneo di Pisa. I seminari potranno anche spaziare su argomenti metodologici, applicativi, gestionali, legislativi o su come si struttura un seminario o un lavoro scientifico (metaseminari).	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<b>CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE)</b> <b>Obiettivi</b> Attraverso l'analisi morfo-funzionale e molecolare delle cellule dei Procarioti e degli Eucarioti e lo studio delle caratteristiche morfologiche ed istofisiologiche dei tessuti animali, il Corso si propone di fornire agli studenti nozioni e concetti di base, indispensabili alla formazione culturale di un Biologo, nonché propedeutici allo studio di molteplici discipline previste dal curriculum accademico. Livelli di organizzazione del protoplasma. Organizzazione strutturale delle cellule procariotiche. Analisi morfo-funzionale delle cellule eucariotiche: caratterizzazione ultrastrutturale, citofisiologica e molecolare della membrana plasmatica, del nucleo e degli organuli e strutture citoplasmatiche. Ciclo cellulare: interfase e mitosi. Differenziamento cellulare ed istogenesi. Criteri di classificazione e caratteristiche morfologiche ed istofisiologiche dei vari tipi di tessuti animali.	9	L-13 R	A	Discipline biologiche	BIO/06	Si
<b>ECOLOGIA APPLICATA (074EE)</b> <b>Obiettivi</b> Obiettivi formativi del corso sono quelli di fornire solide basi di conoscenza di ecologia applicata con particolare riguardo allo studio della natura, degli effetti e del monitoraggio delle principali forme di inquinamento nei tre comparti (atmosferico, acquatico e terrestre). Inquinamento, definizione e classificazione. Inquinanti biodegradabili e non. Principali sostanze inquinanti. Atmosfera, Acqua, Suolo: origine, diffusione e natura degli inquinanti. Monitoraggio degli inquinanti: variabili territoriali utilizzabili nel controllo complessivo della qualità	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/07	No



ambientale. Analisi chimica e analisi biologica. Gli indicatori biologici. Gli indicatori biologici nel monitoraggio dell'inquinamento atmosferico e acquatico. Tecniche di Valutazione di Impatto Ambientale: scopo della VIA, modalità di applicazione, procedura amministrativa e legislazione italiana vigente. Metodi dello studio di impatto ambientale (SIA): liste di controllo, sovrapposizione di carte tematiche, matrici e reti, sistema dei grafi.						
<b>ECOLOGIA DEI PROTISTI (075EE)</b> <b>Obiettivi</b> Obiettivo formativo del corso di "Ecologia dei Protisti" è quello di fornire una solida conoscenza della diversità biologica dei protisti, nozioni fondamentali sui principali gruppi tassonomici di protisti e sul ruolo dei protisti in ambienti naturali ed antropici. Scopo del corso è anche quello di fornire i principali strumenti conoscitivi indispensabili per la caratterizzazione dei protisti e per il loro utilizzo come bioindicatori. Il corso tratta le caratteristiche peculiari dei protisti legate alla loro origine, evoluzione e diversificazione. I principali gruppi tassonomici di protisti sono descritti in funzione della loro posizione filogenetica e del loro ruolo ambientale. Inoltre sono illustrate sia le caratteristiche distintive di questi organismi che influenzano particolarmente la loro ecologia, sia il loro ruolo nell'ambiente in relazione a fattori biotici ed abiotici e le comunità di protisti tipiche dei diversi ambienti naturali (marino, dulciacquicolo, terrestre). Viene inoltre trattato l'utilizzo dei protisti nell'ecologia applicata come indicatori biologici. Le attività di laboratorio prevedono il trattamento teorico e la sperimentazione diretta delle principali tecniche utilizzate per la caratterizzazione dei protisti nell'ambiente.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<b>ENTOMOLOGIA (076EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso ha lo scopo di fornire una introduzione alla morfologia e fisiologia degli insetti e alla loro sistematica. Agli studenti saranno proposti gli elementi di base per una discussione sul significato del grande successo evolutivo degli insetti e sulla loro importanza per l'uomo. Si danno per acquisiti i concetti di base che riguardano gli organismi viventi. Il metodo di studio da seguire sarà quello scientifico e pertanto sarà stimolata ed esaltata la capacità di osservazione, di critica e di porre domande.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<b>ENZIMOLOGIA (269EE)</b> <b>Obiettivi</b> L'obiettivo del corso è quello di fornire allo studente una solida base di conoscenze della catalisi enzimatica tale da metterlo in condizione di affrontare lo studio di caratterizzazione di un enzima ed analizzare il suo comportamento sia a livello di funzione enzimatica cellulare sia nell'affrontare problematiche connesse all'uso degli enzimi in campo applicativo. Allo studio delle caratteristiche generali degli enzimi e del loro meccanismo d'azione, si affianca l'analisi cinetica di reazioni enzimatiche a	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No

diverso grado di complessità, nonché lo studio di fattori influenti sulle proprietà catalitiche e quindi sul controllo dell'attività enzimatica.						
<b>ETOLOGIA (079EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire conoscenze sui processi alla base del comportamento animale, illustrando i principi e i concetti fondamentali dell'etologia (ad es. la motivazione, gli stimoli, la comunicazione i sistemi di apprendimento). Verranno inoltre discussi alcuni fenomeni comportamentali più specifici come le forme di socialità degli animali, l'orientamento e il comportamento dell'uomo.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/05	No
<b>EVOLUZIONE DELLE INTERAZIONI BIOTICHE (335EE)</b>	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<b>FARMACOLOGIA GENERALE (336EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso è finalizzato a fornire conoscenze di farmacologia generale con una introduzione alle principali tipologie di nuovi farmaci consentiti dalle biotecnologie e alle loro caratteristiche distintive rispetto ai farmaci classici.	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/14	No
<b>FISICA (021BB)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso fornisce le basi per la comprensione dei fenomeni fisici e delle leggi che li regolano. Comprensione del carattere delle leggi fisiche; unità di misura e campioni; studio della cinematica e della dinamica, sia del punto materiale che dei corpi rigidi, con l'approfondimento dei moti elementari, e cenni ai moti di oscillazione e gravitazione; teoria elementare dei fluidi; teoria elementare dell'elettromagnetismo (in particolare dell'elettrostatica), con applicazioni ai circuiti elettrici.	6	L-13 R	A	Discipline matematiche , fisiche, statistiche e informatiche	FIS/07	Si
<b>IGIENE (035FF)</b> <b>Obiettivi</b> : Il corso si propone di fornire conoscenze utili per l'attività del biologo nella prevenzione primaria e promozione della salute umana, nella tutela della salubrità e qualità di ambienti e prodotti. Il corso prende in esame le metodologie di misura della salute e delle malattie nella collettività, la metodologia epidemiologica, le relazioni fra ambiente e salute, l'epidemiologia e la profilassi delle malattie infettive e non infettive, l'impiego degli indicatori come strumenti di valutazione della qualità e sicurezza ambientale ed alimentare, la principale legislazione su problemi di sanità pubblica ed i fondamenti dell'analisi del rischio.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	MED/42	No
<b>IMMUNOLOGIA E TECNICHE IMMUNOLOGICHE (334FF)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso sarà strutturato in due aree, quella dell'eziologia generale, nella quale saranno descritti i principali agenti patogeni e le loro modalità di interazione con l'organismo, e quella dell'immunologia, nella quale gli studenti avranno modo di apprezzare i livelli più elevati di riconoscimento ed interazione con gli agenti biologici	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	MED/05	No

patogeni. Conoscenza di: nomenclatura medica di base, natura delle malattie, relazione fra ambiente e stato di salute, natura e meccanismi di azione degli agenti patogeni, elementi costitutivi, struttura e funzione del sistema immunitario, acquisizione delle abilità di base nell'uso di strumenti e metodologie analitiche e diagnostiche forniti dall'immunologia.						
<b>INTRODUZIONE ALLA BIODIVERSITÀ DIGITALE (441EE)</b> <b>Obiettivi</b> Contenuti: modelli logici di biodiversità tassonomica e relative fonti di dati digitalizzati; principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; lessico tecnico della biodiversità digitale. Risultati attesi: gli studenti acquisiranno le conoscenze di base per 1) elaborare modelli logici di biodiversità tassonomica, con particolare attenzione alla tassonomia vegetale; 2) valutare le fonti di dati digitalizzati già disponibili; 3) usare correttamente le principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; 4) relazionarsi efficacemente con specialisti di database ed esperti di biodiversità digitale. Scopo del Corso nell'ambito del Corso di Laurea: ampliare le competenze più propriamente biologiche relative alla biodiversità, fornite da altri insegnamenti del Corso di Laurea, verso il settore della biodiversity informatics.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/02	No
<b>MATEMATICA (234AA)</b> <b>Obiettivi</b> L'obiettivo del corso è quello di fornire le basi dell'analisi matematica per funzioni reali in una variabile reale e un'introduzione alla teoria della probabilità e alla statistica. Il corso prediligerà maggiormente gli aspetti applicativi di questi concetti rispetto al completo sviluppo logico della teoria sottostante. I punti fondamentali del programma saranno i seguenti. Insiemi: definizioni, operazioni e insiemi numerici. Coordinate cartesiane. Funzioni elementari e loro grafici. Limiti di funzioni, infinitesimi e infiniti. Derivate: crescita, decrescenza, punti stazionari, massimi e minimi assoluti. Studio di funzioni, ricostruzione di funzioni da dati qualitativi. Calcolo di primitive e integrali definiti. Introduzione alle equazioni differenziali ordinarie. Statistica descrittiva: indici di centralità e dispersione, valor medio, mediana, varianza, deviazione standard. Metodo dei minimi quadrati. Calcolo combinatorio. Probabilità elementare, probabilità condizionata e applicazioni alla genetica di popolazioni. Variabili aleatorie discrete e continue. Principali distribuzioni di probabilità. Il teorema del limite centrale e la legge dei grandi numeri. Statistica inferenziale: distribuzione campionaria, indici di centralità e dispersione della distribuzione campionaria.	9	L-13 R	A	Discipline matematiche, fisiche, statistiche e informatiche	MAT/05	Si
<b>METODOLOGIE BIOCHIMICHE (123EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire le conoscenze di base ed operative nelle metodiche biochimiche fondamentali	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No

quali: la centrifugazione, i sistemi di analisi cromatografica compresa la cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC), i sistemi di elettroforesi discontinua, bidimensionale e capillare, la spettrofotometria e spettrofotometria differenziale nell'UV e nel visibile. Inoltre verranno descritte e mostrate tecniche radiochimiche, tecniche immunochimiche e tecniche di purificazione delle proteine.						
<b>MORFOMETRIA GEOMETRICA (558EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso ha le finalità di introdurre gli studenti alle nozioni base della morfometria, intesa come lo studio quantitativo delle forme biologiche. La morfometria geometrica è un approccio innovativo allo studio sia quantitativo sia qualitativo della variabilità morfologica in biologia. I metodi della morfometria geometrica sono stati sviluppati inizialmente per lo studio dei reperti fossili umani, ma oggi trovano ampia applicazione, oltre che in antropologia, anche in zoologia e in botanica. Il principale obiettivo formativo del corso è quello di fornire una solida conoscenza della morfometria tradizionale e geometrica. Nelle attività di laboratorio gli studenti applicheranno i metodi di morfometria geometrica a casi-studio di interesse biologico. Syllabus: Introduzione alla morfometria; perché e come comparare le forme biologiche; acquisizione dei landmark; taglia e forma; variazioni di forma; stima dei dati mancanti con applicazioni sui reperti fossili umani; simmetria e asimmetria delle forme biologiche; modularità e integrazione; metodi filogenetici comparativi.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/08	No
<b>MUTAGENESI AMBIENTALE (109EE)</b> <b>Obiettivi</b> La presente attività formativa si propone l'obiettivo di fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principali settori della tossicologia del materiale genetico (mutagenesi) e al rischio ambientale per l'uomo. Vengono inoltre illustrate le metodiche principali per l'identificazione degli agenti tossici e mutageni e per la comprensione dei loro meccanismi di azione. Il corso viene suddiviso in 32 ore di lezioni frontali e in 16 ore di esercitazioni pratiche di laboratorio. Durante le lezioni frontali verranno svolti 16 argomenti di base di seguito riportati: 1. Introduzione al corso: ambiente, tossicologia e mutagenesi 2. La mutazione genica 3. La mutazione cromosomica 4. I mutageni fisici 5. Mutageni chimici, metabolismo, bioattivazione degli xenobiotici 6. Integrità del genoma: la riparazione del DNA 7. Mutazione somatica e cancro 8. Test di mutazione genica nei batteri (test di Ames) 9. I lieviti: test genetici 10. Test in vitro. Citogenetica e analisi in metafase 11. Citogenetica e analisi in interfase. Citogenetica molecolare (FISH) 12. Test di danno precoce al DNA: saggio dei foci gamma-H2AX 13. Monitoraggio di ambienti acquatici 14. Monitoraggio dell'aria 15. Biomonitoraggio di popolazioni umane 16. Test di mutazione in cellule germinali Le 2	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/18	No

esercitazioni pratiche di laboratorio si svolgeranno in 4 giorni differenti (4 ore al giorno) e riguarderanno alcune delle metodiche proposte per l'analisi del potenziale mutageno di agenti fisici o chimici di interesse ambientale.						
PLANT ECOLOGY AND GLOBAL CHANGE (0043E) <b>Obiettivi</b> Comprensione Critica: Sviluppare una profonda comprensione dei concetti fondamentali dell'ecologia vegetale, dei principi del funzionamento degli ecosistemi e dei meccanismi che guidano le risposte delle piante ai cambiamenti ambientali globali o Capacità Analitiche: Potenziare la capacità di analizzare e interpretare dati ecologici relativi alle comunità vegetali, al funzionamento degli ecosistemi, in un contesto di cambiamenti ambientali globali o Conoscenza Applicata: Applicare concetti teorici a scenari reali, valutando l'impatto dei cambiamenti globali sulla biodiversità, la distribuzione delle piante, e sui servizi ecosistemici o Competenza nella Ricerca: Favorire lo sviluppo di competenze nella progettazione, conduzione e presentazione di progetti di ricerca ecologica focalizzati sulle risposte delle piante ai cambiamenti globali.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/03	No
PROTISTOLOGIA (337EE) <b>Obiettivi</b> Le finalità del corso — articolato in lezioni ed attività di laboratorio — sono quelle di fornire le conoscenze di base, le logiche di vita e le caratteristiche biologiche dei rappresentanti del primo grande salto evolutivo nella storia degli esseri viventi, i protisti, e di fornire una panoramica delle principali applicazioni di tali microorganismi come uno degli strumenti di indagine più sofisticati e complessi nella loro duplice natura di cellula eucariotica e di individuo. Saranno presentati alcuni temi-chiave della biologia dei protisti, che li rendono non solo organismi assolutamente unici nella loro natura essenziale, ma anche strumenti incredibilmente versatili ed affidabili nelle più diverse sperimentazioni scientifiche, sia di base (come la biologia molecolare, la biologia cellulare, l'elettrofisiologia, la biologia organismica, l'etologia, la biologia evoluzionistica), che applicata (la parassitologia, la ricerca di mutanti capaci di metabolizzare o neutralizzare sostanze inquinanti, il biomonitoraggio). L'inquadramento e la funzione nella biosfera dei diversi taxa di protisti saranno seguiti da alcune descrizioni di rappresentanti di tale raggruppamento. Le esercitazioni di laboratorio, oltre a fornire i mezzi necessari ad acquisire familiarità con il metodo scientifico sperimentale sui sistemi biologici considerati, hanno la finalità di far conoscere, mediante sperimentazioni pratiche, le tecniche fondamentali nei vari campi della Protistologia. A partire dal campionamento e isolamento di rappresentanti dei vari taxa di protisti, verranno ricercate e applicate le diverse tecniche per il loro mantenimento in coltura. Seguirà una fase di	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No

identificazione dei protisti, avvalendosi di tecniche morfologiche e genetico-molecolari, per garantire affidabilità all'identificazione del sistema organismico.						
SUPERAMENTO DEBITO DI MATEMATICA (LAUREA TRIENNALE - DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA) (BIO01)	2	L-13 R	D	A scelta dello studente	NN	No
TEORIE E PROCESSI DELL'EVOLUZIONE (484EE) <b>Obiettivi</b> Il corso fornisce gli strumenti per interpretare l'attuale diversità dei viventi, uomo compreso, in chiave evolutiva. Attraverso lezioni partecipate e attività seminariali gli studenti conosceranno le trasformazioni storiche del pensiero evolutivo, dai primi impianti teorici ai più recenti sviluppi, maturando la capacità di valutare la complessità di forme e processi con cui si esprime l'interazione tra organismi viventi e ambiente alla luce di tali teorie. Al termine del corso si acquisiranno i fondamenti concettuali e terminologici per comprendere i dibattiti scientifici in tema di evoluzione dei viventi così come la capacità di leggere o ri-leggere in una prospettiva evolutiva gli argomenti trattati negli altri corsi.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/08	No
VIROLOGIA GENERALE E MOLECOLARE (310FF) <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di descrivere i principali meccanismi molecolari e biologici alla base della replicazione dei virus nelle cellule, della loro persistenza e degli effetti della replicazione virale sulle cellule. Saranno descritti i meccanismi molecolari e cellulari di resistenza alle infezioni e di eliminazione dei virus, le modalità di trasmissione e di ingresso dei virus nell'ospite, il processo infettivo e i meccanismi che portano allo sviluppo delle malattie. Saranno inoltre illustrati i fattori dell'ospite che influenzano resistenza e suscettibilità all'infezione e descritto il decorso delle malattie stesse. Sono infine descritti principi e strategie di terapia e vaccinazione antivirale. Acquisite le conoscenze di base, il corso sarà dedicato all'approfondimento dei meccanismi molecolari e patogenetici dei principali virus di interesse medico e dei virus utilizzati nelle biotecnologie, nello sviluppo di farmaci e nella terapia genica. Saranno descritte le strategie per lo sviluppo e la costruzione di vettori virali e loro potenzialità, rischi e applicazioni nella medicina molecolare e personalizzata.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	MED/07	No
ZOOLOGIA (085EE) <b>Obiettivi</b> Biologia funzionale e comportamentale. Concetti generali e principi di base della vita animale; il metodo scientifico; eterotrofia e motilità; Bauplan e livelli di organizzazione; simmetria; metameria; cavità del corpo. Sistemi funzionali: alimentazione, respirazione trasporto, escrezione, termoregolazione, sostegno e locomozione, nervoso ed endocrino, ricezione sensoriale. Meccanismi e strategie della riproduzione; sviluppo e cicli vitali; simbiosi e	9	L-13 R	B	Discipline botaniche, zoologiche, ecologiche	BIO/05	Si

<p>parassitismo; Evoluzione: teorie, meccanismi; specie e speciazione; adattamento; Biodiversità, sistematica e filogenesi. Evoluzione della pluricellularità; Caratteristiche distintive e filogenesi dei principali phyla di Metazoi: Poriferi, Cnidari, Ctenofori, Acelomati, Pseudocelomati, Celomati; Protostomi: Anellidi, Molluschi, Artropodi; Deuterostomi: Echinodermi, Cordati. Acquisizione della conoscenza di: terminologia zoologica; organismo integrato e aspetti fondamentali della condizione di “animalità”; diversità, complessità ed unitarietà della vita animale; adattamenti strutturali e funzionali degli animali; storia evolutiva e rapporti filogenetici degli animali. Acquisizione di competenza nel riconoscimento di taxa, nelle tecniche di campionamento e raccolta, nell'analisi comparativa di anatomia macro e microscopica, nell'uso dello stereomicroscopio.</p>					
---	--	--	--	--	--

## 2° Anno (anno accademico 2026/2027)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
<b>ABILITÀ INFORMATICHE (114ZW)</b> <b>Obiettivi</b> : L'obiettivo è l'acquisizione di abilità informatiche certificate che attestino che il possessore ha acquisito l'insieme minimo delle abilità necessarie per poter lavorare col PC, in modo autonomo e in rete, nell'ambito di un'azienda, un ente pubblico, un'impresa o uno studio professionale. Si prevede quindi il superamento di uno dei moduli da 3 CFU offerti all'Università di Pisa nell'ambito del progetto SAI@UNIPi. Viene riconosciuta in alternativa la certificazione ECDL START.	3	L-13 R	F	Abilità informatiche e telematiche	NN	Si
<b>ABILITÀ LINGUISTICHE (INGLESE B1) (115ZW)</b> <b>Obiettivi</b> Conoscere a un livello intermedio una seconda lingua della comunità europea (Inglese)	3	L-13 R	E	Per la conoscenza di almeno una lingua straniera	NN	Si
<b>ALBERI E ARBUSTI DELLA FLORA ITALIANA (436EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso avrà un taglio molto pratico e sarà volto al riconoscimento delle principali specie arboree e arbustive della nostra flora, con un'attenzione particolare alle specie native presenti in Toscana e a quelle endemiche italiane. Saranno previste un paio di uscite sul campo.	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/02	No
<b>ANATOMIA COMPARATA (061EE)</b> <b>Obiettivi</b> L'anatomia comparata prende in esame l'esito dei processi evolutivi ed adattativi che hanno luogo durante la Filogenesi dei Vertebrati con l'obiettivo finale di avere una base per la comprensione dei dati fondamentali dell'Anatomia di questo gruppo sistematico naturale. Innovazioni ed origine dei Vertebrati. Filogenesi del gruppo. Tegumento. Scheletro craniale e sua evoluzione; scheletro post-craniale: assile ed appendicolare, adattamenti	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/06	No

evolutivi. Sistema nervoso centrale e periferico; evoluzione del midollo spinale e dell'encefalo. Morfogenesi ed adattamenti del sistema circolatorio e del sistema urogenitale.						
<b>ANATOMIA UMANA (062EE)</b> <b>Obiettivi</b> Lo scopo del corso è quello di fornire le fondamentali nozioni concernenti la morfologia macroscopica e microscopica del sistema nervoso e degli organi di senso specializzati. Inoltre, degli apparati locomotore, vascolare, immunitario, digerente, respiratorio, urogenitale ed endocrino. Particolare enfasi verrà data alla conformazione strutturale ed ultrastrutturale degli organi ed alle loro caratteristiche morfofunzionali.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/16	No
<b>ANTROPOLOGIA BIOLOGICA (505EE)</b> <b>Obiettivi</b> Lo studente che completerà il corso sarà in grado di dimostrare una solida conoscenza delle principali tematiche relative ai processi dell'evoluzione naturale e della selezione naturale, incluso la capacità di discutere su fitness evolutiva, adattamento, ereditabilità dei caratteri e genetica delle popolazioni. Lo studente sarà anche in grado di discutere sulla diversità, l'evoluzione, l'ecologia e il comportamento dei primati non umani e fare considerazioni su come conoscenze su queste specie possono aumentare la nostra conoscenza dell'Uomo. Lo studente sarà anche in grado di delineare l'evoluzione morfologica e tecnologica degli ominini dai primi antenati che abitavano nella foresta fino ai Neanderthal e all'uomo moderno. Infine, lo studente apprenderà come una visione evolutiva può aumentare la nostra comprensione della diversità genetica, fenotipica e culturale dell'uomo.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/08	No
<b>BIOCHIMICA (064EE)</b> <b>Obiettivi</b> Nel corso vengono affrontati argomenti relativi allo studio della struttura e della funzione di macromolecole di interesse biologico, quali proteine, lipidi, polisaccaridi e acidi nucleici. Emoglobina e mioglobina vengono prese ad esempio del rapporto tra struttura e funzione di proteine. Una parte del corso è dedicata agli enzimi e alla loro funzione di catalizzatori biologici. Come esempio di integrazione metabolica, vengono presi in considerazione il catabolismo e l'anabolismo degli zuccheri e dei grassi, e la loro regolazione, in relazione al fabbisogno energetico cellulare.	9	L-13 R	A	Discipline biologiche	BIO/10	Si
<b>BIOCHIMICA SPERIMENTALE 1 (065EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso di Biochimica sperimentale 1 è da intendersi personalizzato per ciascun studente al quale verrà assegnato, previo colloquio con il responsabile del corso, un problema sperimentale che prevede una fase di indagine bibliografica, una fase di acquisizione metodologica ed infine una fase di soluzione o tentativo di soluzione dell'obiettivo sperimentale. Gli studenti svolgeranno il proprio lavoro definendo essi stessi giorni e orari di attività, purché gli stessi si identifichino con il normale orario di attività della	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No



struttura dipartimentale e che comunque verranno concordati con il personale docente e ricercatore della struttura						
<b>BIOLOGIA DEI PROTISTI A VITA LIBERA (067EE)</b> <b>Obiettivi</b> Generalità, sistematica, etologia ed ecologia dei Protisti a vita libera. Far conoscere meglio il mondo anti-intuitivo dei Protisti a vita libera	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<b>BIOLOGIA DELLO SVILUPPO (068EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso illustra le modalità con cui si sviluppa un organismo a livello descrittivo e dei meccanismi cellulari, molecolari e genetici. Particolare attenzione è dedicata all'embriogenesi precoce dei vertebrati, ed ai meccanismi dello sviluppo di Drosophila, organismo guida per la comprensione delle basi genetiche e molecolari dello sviluppo. Concetti e metodi della Biologia dello Sviluppo. Preformismo ed epigenesi. Sviluppo a mosaico e sviluppo regolativo. Sviluppo e regionalizzazione dell'embrione di Drosophila. Analisi genetico-molecolare dello sviluppo. Sviluppo dei vertebrati: gli anfibi, uccelli, mammiferi (topo) e uomo; annessi embrionali e placentazione. Meccanismi genetici, molecolari e cellulari durante l'embriogenesi. Lo sviluppo dell'arto dei tetrapodi. Evoluzione dei meccanismi molecolari dello sviluppo.	6	L-13 R	B	Discipline botaniche, zoologiche, ecologiche	BIO/06	Si
<b>BIOLOGIA MOLECOLARE (069EE)</b> <b>Obiettivi</b> Costituenti e proprietà chimico-fisiche degli acidi nucleici. Struttura delle macromolecole biologiche informative e metodi per il loro studio. Meccanismi di replicazione del DNA, di trascrizione e maturazione degli RNA e di sintesi delle proteine. Regolazione dell'espressione genica. Metodologie di analisi e manipolazione delle molecole informative: DNA ricombinante: enzimi di restrizione, clonazione molecolare (vettori, genoteche, metodi di screening), PCR, sequenziamento del DNA; tecniche per studiare la trascrizione e le interazioni tra le proteine. Obiettivi: conoscenza della struttura molecolare degli acidi nucleici e delle proteine, dei principali meccanismi alla base dell'espressione genica e della sua regolazione, delle metodologie connesse all'uso del DNA ricombinante: trasformazione di plasmidi e infezione di fagi in batteri, estrazione del DNA, elettroforesi su gel, mappe di restrizione.	9	L-13 R	A	Discipline biologiche	BIO/11	Si
<b>CICLI DI SEMINARI IN BIODIVERSITÀ, ECOLOGIA, EVOLUZIONE (309EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso, organizzato in seminari di una o due ore, ha lo scopo di fornire agli studenti una panoramica sull'attività di ricerca nell'ambito degli studi sulla biodiversità, l'ecologia e l'evoluzione che vengono condotti in particolare presso l'Ateneo di Pisa. I seminari potranno anche spaziare su argomenti metodologici, applicativi, gestionali, legislativi o su	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No

come si struttura un seminario o un lavoro scientifico (metaseminari).						
<b>ECOLOGIA (073EE)</b> <b>Obiettivi</b> Lo scopo del corso è di fornire allo studente le basi logiche e metodologiche per comprendere i processi che influenzano le modalità di distribuzione, di abbondanza e di diversità di organismi in natura. Sono enfatizzati gli aspetti quantitativi e sperimentali dell'ecologia per un'analisi critica dei paradigmi di questa disciplina. Introduzione all'ecologia: settori di interesse, i principali paradigmi, gli ambienti, gli organismi. Le popolazioni naturali: demografia, interazioni, distribuzione. Un approccio logico all'analisi di problemi ecologici. Relazioni tra teorie ecologiche e sperimentazione. La progettazione di esperimenti in ecologia. L'analisi sperimentale delle modalità distributive di specie nello spazio e nel tempo. L'analisi sperimentale dei processi ecologici.	9	L-13 R	B	Discipline botaniche, zoologiche, ecologiche	BIO/07	Si
<b>ECOLOGIA APPLICATA (074EE)</b> <b>Obiettivi</b> Obiettivi formativi del corso sono quelli di fornire solide basi di conoscenza di ecologia applicata con particolare riguardo allo studio della natura, degli effetti e del monitoraggio delle principali forme di inquinamento nei tre comparti (atmosferico, acquatico e terrestre). Inquinamento, definizione e classificazione. Inquinanti biodegradabili e non. Principali sostanze inquinanti. Atmosfera, Acqua, Suolo: origine, diffusione e natura degli inquinanti. Monitoraggio degli inquinanti: variabili territoriali utilizzabili nel controllo complessivo della qualità ambientale. Analisi chimica e analisi biologica. Gli indicatori biologici. Gli indicatori biologici nel monitoraggio dell'inquinamento atmosferico e acquatico. Tecniche di Valutazione di Impatto Ambientale: scopo della VIA, modalità di applicazione, procedura amministrativa e legislazione italiana vigente. Metodi dello studio di impatto ambientale (SIA): liste di controllo, sovrapposizione di carte tematiche, matrici e reti, sistema dei grafi.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/07	No
<b>ECOLOGIA DEI PROTISTI (075EE)</b> <b>Obiettivi</b> Obiettivo formativo del corso di "Ecologia dei Protisti" è quello di fornire una solida conoscenza della diversità biologica dei protisti, nozioni fondamentali sui principali gruppi tassonomici di protisti e sul ruolo dei protisti in ambienti naturali ed antropici. Scopo del corso è anche quello di fornire i principali strumenti conoscitivi indispensabili per la caratterizzazione dei protisti e per il loro utilizzo come bioindicatori. Il corso tratta le caratteristiche peculiari dei protisti legate alla loro origine, evoluzione e diversificazione. I principali gruppi tassonomici di protisti sono descritti in funzione della loro posizione filogenetica e del loro ruolo ambientale. Inoltre sono illustrate sia le caratteristiche distintive di questi organismi che influenzano particolarmente la loro ecologia, sia il loro ruolo nell'ambiente in relazione a fattori biotici ed abiotici	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No

e le comunità di protisti tipiche dei diversi ambienti naturali (marino, dulciacquicolo, terrestre). Viene inoltre trattato l'utilizzo dei protisti nell'ecologia applicata come indicatori biologici. Le attività di laboratorio prevedono il trattamento teorico e la sperimentazione diretta delle principali tecniche utilizzate per la caratterizzazione dei protisti nell'ambiente.						
<b>ENTOMOLOGIA (076EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso ha lo scopo di fornire una introduzione alla morfologia e fisiologia degli insetti e alla loro sistematica. Agli studenti saranno proposti gli elementi di base per una discussione sul significato del grande successo evolutivo degli insetti e sulla loro importanza per l'uomo. Si danno per acquisiti i concetti di base che riguardano gli organismi viventi. Il metodo di studio da seguire sarà quello scientifico e pertanto sarà stimolata ed esaltata la capacità di osservazione, di critica e di porre domande.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<b>ENZIMOLOGIA (269EE)</b> <b>Obiettivi</b> L'obiettivo del corso è quello di fornire allo studente una solida base di conoscenze della catalisi enzimatica tale da metterlo in condizione di affrontare lo studio di caratterizzazione di un enzima ed analizzare il suo comportamento sia a livello di funzione enzimatica cellulare sia nell'affrontare problematiche connesse all'uso degli enzimi in campo applicativo. Allo studio delle caratteristiche generali degli enzimi e del loro meccanismo d'azione, si affianca l'analisi cinetica di reazioni enzimatiche a diverso grado di complessità, nonché lo studio di fattori influenti sulle proprietà catalitiche e quindi sul controllo dell'attività enzimatica.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No
<b>EVOLUZIONE DELLE INTERAZIONI BIOTICHE (335EE)</b>	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<b>FARMACOLOGIA GENERALE (336EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso è finalizzato a fornire conoscenze di farmacologia generale con una introduzione alle principali tipologie di nuovi farmaci consentiti dalle biotecnologie e alle loro caratteristiche distintive rispetto ai farmaci classici.	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/14	No
<b>GENETICA (082EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali sulla natura, trasmissione, espressione e modificazione del materiale ereditario, a livello molecolare, di organismi, famiglie e popolazioni. Principi dell'analisi genetica formale. Segregazione e ricombinazione di caratteri: indipendenza e associazione. Mappe genetiche, citogenetiche e fisiche. Polimorfismo e mutazione, basi molecolari della variabilità allelica. Interazioni semplici e complesse tra geni e tra geni ed ambiente. Elementi di genetica quantitativa. Biologia molecolare della funzione genica. Elementi di genetica umana e di	9	L-13 R	A	Discipline biologiche	BIO/18	Si

citogenetica classica e molecolare. Analisi genetica delle popolazioni. Fattori e meccanismi evolutivi.						
IGIENE (035FF) <b>Obiettivi</b> : Il corso si propone di fornire conoscenze utili per l'attività del biologo nella prevenzione primaria e promozione della salute umana, nella tutela della salubrità e qualità di ambienti e prodotti. Il corso prende in esame le metodologie di misura della salute e delle malattie nella collettività, la metodologia epidemiologica, le relazioni fra ambiente e salute, l'epidemiologia e la profilassi delle malattie infettive e non infettive, l'impiego degli indicatori come strumenti di valutazione della qualità e sicurezza ambientale ed alimentare, la principale legislazione su problemi di sanità pubblica ed i fondamenti dell'analisi del rischio.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	MED/42	No
IMMUNOLOGIA E TECNICHE IMMUNOLOGICHE (334FF) <b>Obiettivi</b> Il corso sarà strutturato in due aree, quella dell'eziologia generale, nella quale saranno descritti i principali agenti patogeni e le loro modalità di interazione con l'organismo, e quella dell'immunologia, nella quale gli studenti avranno modo di apprezzare i livelli più elevati di riconoscimento ed interazione con gli agenti biologici patogeni. Conoscenza di: nomenclatura medica di base, natura delle malattie, relazione fra ambiente e stato di salute, natura e meccanismi di azione degli agenti patogeni, elementi costitutivi, struttura e funzione del sistema immunitario, acquisizione delle abilità di base nell'uso di strumenti e metodologie analitiche e diagnostiche forniti dall'immunologia.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	MED/05	No
INTRODUZIONE ALLA BIODIVERSITÀ DIGITALE (441EE) <b>Obiettivi</b> Contenuti: modelli logici di biodiversità tassonomica e relative fonti di dati digitalizzati; principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; lessico tecnico della biodiversità digitale. Risultati attesi: gli studenti acquisiranno le conoscenze di base per 1) elaborare modelli logici di biodiversità tassonomica, con particolare attenzione alla tassonomia vegetale; 2) valutare le fonti di dati digitalizzati già disponibili; 3) usare correttamente le principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; 4) relazionarsi efficacemente con specialisti di database ed esperti di biodiversità digitale. Scopo del Corso nell'ambito del Corso di Laurea: ampliare le competenze più propriamente biologiche relative alla biodiversità, fornite da altri insegnamenti del Corso di Laurea, verso il settore della biodiversity informatics.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/02	No
METODOLOGIE BIOCHIMICHE (123EE) <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire le conoscenze di base ed operative nelle metodiche biochimiche fondamentali quali: la centrifugazione, i sistemi di analisi	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No

cromatografica compresa la cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC), i sistemi di elettroforesi discontinua, bidimensionale e capillare, la spettrofotometria e spettrofotometria differenziale nell'UV e nel visibile. Inoltre verranno descritte e mostrate tecniche radiochimiche, tecniche immunochimiche e tecniche di purificazione delle proteine.						
<b>MICROBIOLOGIA (084EE)</b> <b>Obiettivi</b> Studio dell'organizzazione cellulare e molecolare dei microrganismi. Fisiologia, metabolismo e crescita microbica e parametri ambientali che la influenzano. Interazione microrganismi-ospite. Apprendimento pratico dell'isolamento ed identificazione di microrganismi e valutazione della loro suscettibilità ad agenti antimicrobici. Tappe storiche e metodologie che hanno reso possibile lo sviluppo della microbiologia. La diversità del mondo microbico: studio dell'organizzazione cellulare e molecolare dei principali gruppi di Archa, Eubacteria, Virus e Miceti. Nutrizione, metabolismo e crescita microbica negli ambienti naturali. Adattamento, inattivazione e sistemi di regolazione globale nei microrganismi. Genetica microbica. Virulenza e patogenicità microbica e la risposta dell'ospite. Ecologia microbica: associazioni microbiche simbiotiche tra batteri piante, animali ed uomo.	9	L-13 R	B	Discipline biomolecolari	BIO/19	Si
<b>MORFOMETRIA GEOMETRICA (558EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso ha le finalità di introdurre gli studenti alle nozioni base della morfometria, intesa come lo studio quantitativo delle forme biologiche. La morfometria geometrica è un approccio innovativo allo studio sia quantitativo sia qualitativo della variabilità morfologica in biologia. I metodi della morfometria geometrica sono stati sviluppati inizialmente per lo studio dei reperti fossili umani, ma oggi trovano ampia applicazione, oltre che in antropologia, anche in zoologia e in botanica. Il principale obiettivo formativo del corso è quello di fornire una solida conoscenza della morfometria tradizionale e geometrica. Nelle attività di laboratorio gli studenti applicheranno i metodi di morfometria geometrica a casi-studio di interesse biologico. Syllabus: Introduzione alla morfometria; perché e come comparare le forme biologiche; acquisizione dei landmark; taglia e forma; variazioni di forma; stima dei dati mancanti con applicazioni sui reperti fossili umani; simmetria e asimmetria delle forme biologiche; modularità e integrazione; metodi filogenetici comparativi.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/08	No
<b>MUTAGENESI AMBIENTALE (109EE)</b> <b>Obiettivi</b> La presente attività formativa si propone l'obiettivo di fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principali settori della tossicologia del materiale genetico (mutagenesi) e al rischio ambientale per l'uomo. Vengono inoltre illustrate le metodiche principali per l'identificazione degli agenti tossici e	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/18	No

mutageni e per la comprensione dei loro meccanismi di azione. Il corso viene suddiviso in 32 ore di lezioni frontali e in 16 ore di esercitazioni pratiche di laboratorio. Durante le lezioni frontali verranno svolti 16 argomenti di base di seguito riportati: 1. Introduzione al corso: ambiente, tossicologia e mutagenesi 2. La mutazione genica 3. La mutazione cromosomica 4. I mutageni fisici 5. Mutageni chimici, metabolismo, bioattivazione degli xenobiotici 6. Integrità del genoma: la riparazione del DNA 7. Mutazione somatica e cancro 8. Test di mutazione genica nei batteri (test di Ames) 9. I lieviti: test genetici 10. Test in vitro. Citogenetica e analisi in metafase 11. Citogenetica e analisi in interfase. Citogenetica molecolare (FISH) 12. Test di danno precoce al DNA: saggio dei foci gamma-H2AX 13. Monitoraggio di ambienti acquatici 13. Monitoraggio dell'aria 15. Biomonitoraggio di popolazioni umane 16. Test di mutazione in cellule germinali Le 2 esercitazioni pratiche di laboratorio si svolgeranno in 4 giorni differenti (4 ore al giorno) e riguarderanno alcune delle metodiche proposte per l'analisi del potenziale mutageno di agenti fisici o chimici di interesse ambientale.						
<b>PROTISTOLOGIA (337EE)</b> <b>Obiettivi</b> Le finalità del corso — articolato in lezioni ed attività di laboratorio — sono quelle di fornire le conoscenze di base, le logiche di vita e le caratteristiche biologiche dei rappresentanti del primo grande salto evolutivo nella storia degli esseri viventi, i protisti, e di fornire una panoramica delle principali applicazioni di tali microorganismi come uno degli strumenti di indagine più sofisticati e complessi nella loro duplice natura di cellula eucariotica e di individuo. Saranno presentati alcuni temi-chiave della biologia dei protisti, che li rendono non solo organismi assolutamente unici nella loro natura essenziale, ma anche strumenti incredibilmente versatili ed affidabili nelle più diverse sperimentazioni scientifiche, sia di base (come la biologia molecolare, la biologia cellulare, l'elettrofisiologia, la biologia organismica, l'etologia, la biologia evoluzionistica), che applicata (la parassitologia, la ricerca di mutanti capaci di metabolizzare o neutralizzare sostanze inquinanti, il biomonitoraggio). L'inquadramento e la funzione nella biosfera dei diversi taxa di protisti saranno seguiti da alcune descrizioni di rappresentanti di tale raggruppamento. Le esercitazioni di laboratorio, oltre a fornire i mezzi necessari ad acquisire familiarità con il metodo scientifico sperimentale sui sistemi biologici considerati, hanno la finalità di far conoscere, mediante sperimentazioni pratiche, le tecniche fondamentali nei vari campi della Protistologia. A partire dal campionamento e isolamento di rappresentanti dei vari taxa di protisti, verranno ricercate e applicate le diverse tecniche per il loro mantenimento in coltura. Seguirà una fase di identificazione dei protisti, avvalendosi di tecniche morfologiche e genetico-molecolari, per garantire	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No

affidabilità all'identificazione del sistema organismico.						
SUPERAMENTO DEBITO DI MATEMATICA (LAUREA TRIENNALE - DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA) (BIO01)	2	L-13 R	D	A scelta dello studente	NN	No
TEORIE E PROCESSI DELL'EVOLUZIONE (484EE) <b>Obiettivi</b> Il corso fornisce gli strumenti per interpretare l'attuale diversità dei viventi, uomo compreso, in chiave evolutiva. Attraverso lezioni partecipate e attività seminariali gli studenti conosceranno le trasformazioni storiche del pensiero evolutivo, dai primi impianti teorici ai più recenti sviluppi, maturando la capacità di valutare la complessità di forme e processi con cui si esprime l'interazione tra organismi viventi e ambiente alla luce di tali teorie. Al termine del corso si acquisiranno i fondamenti concettuali e terminologici per comprendere i dibattiti scientifici in tema di evoluzione dei viventi così come la capacità di leggere o ri-leggere in una prospettiva evolutiva gli argomenti trattati negli altri corsi.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/08	No
VIROLOGIA GENERALE E MOLECOLARE (310FF) <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di descrivere i principali meccanismi molecolari e biologici alla base della replicazione dei virus nelle cellule, della loro persistenza e degli effetti della replicazione virale sulle cellule. Saranno descritti i meccanismi molecolari e cellulari di resistenza alle infezioni e di eliminazione dei virus, le modalità di trasmissione e di ingresso dei virus nell'ospite, il processo infettivo e i meccanismi che portano allo sviluppo delle malattie. Saranno inoltre illustrati i fattori dell'ospite che influenzano resistenza e suscettibilità all'infezione e descritto il decorso delle malattie stesse. Sono infine descritti principi e strategie di terapia e vaccinazione antivirale. Acquisite le conoscenze di base, il corso sarà dedicato all'approfondimento dei meccanismi molecolari e patogenetici dei principali virus di interesse medico e dei virus utilizzati nelle biotecnologie, nello sviluppo di farmaci e nella terapia genica. Saranno descritte le strategie per lo sviluppo e la costruzione di vettori virali e loro potenzialità, rischi e applicazioni nella medicina molecolare e personalizzata.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	MED/07	No

### 3° Anno (anno accademico 2027/2028)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
ALBERI E ARBUSTI DELLA FLORA ITALIANA (436EE) <b>Obiettivi</b> Il corso avrà un taglio molto pratico e sarà volto al riconoscimento delle principali specie arboree e arbustive della nostra flora, con un'attenzione particolare alle specie native presenti in Toscana e a	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/02	No

quelle endemiche italiane. Saranno previste un paio di uscite sul campo.						
<b>ANATOMIA COMPARATA (061EE)</b> <b>Obiettivi</b> L'anatomia comparata prende in esame l'esito dei processi evolutivi ed adattativi che hanno luogo durante la Filogenesi dei Vertebrati con l'obiettivo finale di avere una base per la comprensione dei dati fondamentali dell'Anatomia di questo gruppo sistematico naturale. Innovazioni ed origine dei Vertebrati. Filogenesi del gruppo. Tegumento. Scheletro craniale e sua evoluzione; scheletro post-craniale: assile ed appendicolare, adattamenti evolutivi. Sistema nervoso centrale e periferico; evoluzione del midollo spinale e dell'encefalo. Morfogenesi ed adattamenti del sistema circolatorio e del sistema urogenitale.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/06	No
<b>ANATOMIA UMANA (062EE)</b> <b>Obiettivi</b> Lo scopo del corso è quello di fornire le fondamentali nozioni concernenti la morfologia macroscopica e microscopica del sistema nervoso e degli organi di senso specializzati. Inoltre, degli apparati locomotore, vascolare, immunitario, digerente, respiratorio, urogenitale ed endocrino. Particolare enfasi verrà data alla conformazione strutturale ed ultrastrutturale degli organi ed alle loro caratteristiche morfofunzionali.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/16	No
<b>ANTROPOLOGIA BIOLOGICA (505EE)</b> <b>Obiettivi</b> Lo studente che completerà il corso sarà in grado di dimostrare una solida conoscenza delle principali tematiche relative ai processi dell'evoluzione naturale e della selezione naturale, incluso la capacità di discutere su fitness evolutiva, adattamento, ereditabilità dei caratteri e genetica delle popolazioni. Lo studente sarà anche in grado di discutere sulla diversità, l'evoluzione, l'ecologia e il comportamento dei primati non umani e fare considerazioni su come conoscenze su queste specie possono aumentare la nostra conoscenza dell'Uomo. Lo studente sarà anche in grado di delineare l'evoluzione morfologica e tecnologica degli ominini dai primi antenati che abitavano nella foresta fino ai Neanderthal e all'uomo moderno. Infine, lo studente apprenderà come una visione evolutiva può aumentare la nostra comprensione della diversità genetica, fenotipica e culturale dell'uomo.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/08	No
<b>BIOCHIMICA SPERIMENTALE 1 (065EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso di Biochimica sperimentale 1 è da intendersi personalizzato per ciascun studente al quale verrà assegnato, previo colloquio con il responsabile del corso, un problema sperimentale che prevede una fase di indagine bibliografica, una fase di acquisizione metodologica ed infine una fase di soluzione o tentativo di soluzione dell'obiettivo sperimentale. Gli studenti svolgeranno il proprio lavoro definendo essi stessi giorni e orari di attività, purché gli stessi si identifichino con il normale orario di attività della struttura dipartimentale e che comunque verranno	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No



concordati con il personale docente e ricercatore della struttura						
BIOLOGIA DEI PROTISTI A VITA LIBERA (067EE) <b>Obiettivi</b> Generalità, sistematica, etologia ed ecologia dei Protisti a vita libera. Far conoscere meglio il mondo anti-intuitivo dei Protisti a vita libera	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
CICLI DI SEMINARI IN BIODIVERSITÀ, ECOLOGIA, EVOLUZIONE (309EE) <b>Obiettivi</b> Il corso, organizzato in seminari di una o due ore, ha lo scopo di fornire agli studenti una panoramica sull'attività di ricerca nell'ambito degli studi sulla biodiversità, l'ecologia e l'evoluzione che vengono condotti in particolare presso l'Ateneo di Pisa. I seminari potranno anche spaziare su argomenti metodologici, applicativi, gestionali, legislativi o su come si struttura un seminario o un lavoro scientifico (metaseminari).	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
ECOLOGIA APPLICATA (074EE) <b>Obiettivi</b> Obiettivi formativi del corso sono quelli di fornire solide basi di conoscenza di ecologia applicata con particolare riguardo allo studio della natura, degli effetti e del monitoraggio delle principali forme di inquinamento nei tre comparti (atmosferico, acquatico e terrestre). Inquinamento, definizione e classificazione. Inquinanti biodegradabili e non. Principali sostanze inquinanti. Atmosfera, Acqua, Suolo: origine, diffusione e natura degli inquinanti. Monitoraggio degli inquinanti: variabili territoriali utilizzabili nel controllo complessivo della qualità ambientale. Analisi chimica e analisi biologica. Gli indicatori biologici. Gli indicatori biologici nel monitoraggio dell'inquinamento atmosferico e acquatico. Tecniche di Valutazione di Impatto Ambientale: scopo della VIA, modalità di applicazione, procedura amministrativa e legislazione italiana vigente. Metodi dello studio di impatto ambientale (SIA): liste di controllo, sovrapposizione di carte tematiche, matrici e reti, sistema dei grafi.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/07	No
ECOLOGIA DEI PROTISTI (075EE) <b>Obiettivi</b> Obiettivo formativo del corso di "Ecologia dei Protisti" è quello di fornire una solida conoscenza della diversità biologica dei protisti, nozioni fondamentali sui principali gruppi tassonomici di protisti e sul ruolo dei protisti in ambienti naturali ed antropici. Scopo del corso è anche quello di fornire i principali strumenti conoscitivi indispensabili per la caratterizzazione dei protisti e per il loro utilizzo come bioindicatori. Il corso tratta le caratteristiche peculiari dei protisti legate alla loro origine, evoluzione e diversificazione. I principali gruppi tassonomici di protisti sono descritti in funzione della loro posizione filogenetica e del loro ruolo ambientale. Inoltre sono illustrate sia le caratteristiche distintive di questi organismi che influenzano particolarmente la loro ecologia, sia il loro ruolo	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No

nell'ambiente in relazione a fattori biotici ed abiotici e le comunità di protisti tipiche dei diversi ambienti naturali (marino, dulciacquicolo, terrestre). Viene inoltre trattato l'utilizzo dei protisti nell'ecologia applicata come indicatori biologici. Le attività di laboratorio prevedono il trattamento teorico e la sperimentazione diretta delle principali tecniche utilizzate per la caratterizzazione dei protisti nell'ambiente.						
<b>ENTOMOLOGIA (076EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso ha lo scopo di fornire una introduzione alla morfologia e fisiologia degli insetti e alla loro sistematica. Agli studenti saranno proposti gli elementi di base per una discussione sul significato del grande successo evolutivo degli insetti e sulla loro importanza per l'uomo. Si danno per acquisiti i concetti di base che riguardano gli organismi viventi. Il metodo di studio da seguire sarà quello scientifico e pertanto sarà stimolata ed esaltata la capacità di osservazione, di critica e di porre domande.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<b>ENZIMOLOGIA (269EE)</b> <b>Obiettivi</b> L'obiettivo del corso è quello di fornire allo studente una solida base di conoscenze della catalisi enzimatica tale da metterlo in condizione di affrontare lo studio di caratterizzazione di un enzima ed analizzare il suo comportamento sia a livello di funzione enzimatica cellulare sia nell'affrontare problematiche connesse all'uso degli enzimi in campo applicativo. Allo studio delle caratteristiche generali degli enzimi e del loro meccanismo d'azione, si affianca l'analisi cinetica di reazioni enzimatiche a diverso grado di complessità, nonché lo studio di fattori influenti sulle proprietà catalitiche e quindi sul controllo dell'attività enzimatica.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No
<b>ETOLOGIA (079EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire conoscenze sui processi alla base del comportamento animale, illustrando i principi e i concetti fondamentali dell'etologia (ad es. la motivazione, gli stimoli, la comunicazione i sistemi di apprendimento). Verranno inoltre discussi alcuni fenomeni comportamentali più specifici come le forme di socialità degli animali, l'orientamento e il comportamento dell'uomo.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/05	No
<b>EVOLUZIONE DELLE INTERAZIONI BIOTICHE (335EE)</b>	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<b>FARMACOLOGIA GENERALE (336EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso è finalizzato a fornire conoscenze di farmacologia generale con una introduzione alle principali tipologie di nuovi farmaci consentiti dalle biotecnologie e alle loro caratteristiche distintive rispetto ai farmaci classici.	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/14	No
<b>FISIOLOGIA GENERALE (080EE)</b> <b>Obiettivi</b> Lo scopo del corso è di descrivere i meccanismi fondamentali della fisiologia animale.	9	L-13 R	B	Discipline fisiologiche e biomediche	BIO/09	Si

L'organizzazione del corso si basa su tre tematiche: la prima parte è dedicata alla fisiologia cellulare di base; la seconda parte analizza le funzioni coordinate dell'organismo; la terza parte tratta i meccanismi integrativi coinvolti nell'omeostasi dell'ambiente interno. Conoscenza di: Fondamenti fisiologici dei processi cellulari; Ruolo di organi e apparati nelle funzioni integrate; Interazioni fra organismo ed ambiente e meccanismi omeostatici. Competenze metodologiche nel saper applicare relazioni quantitative all'analisi dei processi fisiologici, saper apprezzare i rapporti di scala fra i vari livelli di organizzazione della materia vivente.						
<b>FISIOLOGIA VEGETALE (081EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire le conoscenze dei meccanismi fisiologici alla base della vita delle piante, utilizzando le conoscenze acquisite dagli studenti nei corsi di Botanica, Chimica inorganica, Chimica organica e Biochimica. Alcuni argomenti del corso sono trattati con un certo grado di approfondimento, mentre altri sono trattati in modo introduttivo per essere sviluppati nei corsi delle lauree magistrali. Il corso parte dallo studio dei differenti ruoli dell'acqua nei vegetali per trattare la fotosintesi, gli ormoni e la regolazione della fioritura. Alla fine del corso lo studente dovrà possedere le conoscenze di base per la comprensione dei processi molecolari e delle funzioni delle piante superiori e degli aspetti principali della loro crescita e sviluppo.	9	L-13 R	B	Discipline biomolecolari	BIO/04	Si
<b>IGIENE (035FF)</b> <b>Obiettivi</b> : Il corso si propone di fornire conoscenze utili per l'attività del biologo nella prevenzione primaria e promozione della salute umana, nella tutela della salubrità e qualità di ambienti e prodotti. Il corso prende in esame le metodologie di misura della salute e delle malattie nella collettività, la metodologia epidemiologica, le relazioni fra ambiente e salute, l'epidemiologia e la profilassi delle malattie infettive e non infettive, l'impiego degli indicatori come strumenti di valutazione della qualità e sicurezza ambientale ed alimentare, la principale legislazione su problemi di sanità pubblica ed i fondamenti dell'analisi del rischio.	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	MED/42	No
<b>IMMUNOLOGIA E TECNICHE IMMUNOLOGICHE (334FF)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso sarà strutturato in due aree, quella dell'eziologia generale, nella quale saranno descritti i principali agenti patogeni e le loro modalità di interazione con l'organismo, e quella dell'immunologia, nella quale gli studenti avranno modo di apprezzare i livelli più elevati di riconoscimento ed interazione con gli agenti biologici patogeni. Conoscenza di: nomenclatura medica di base, natura delle malattie, relazione fra ambiente e stato di salute, natura e meccanismi di azione degli agenti patogeni, elementi costitutivi, struttura e funzione del sistema immunitario, acquisizione delle	6	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	MED/05	No

abilità di base nell'uso di strumenti e metodologie analitiche e diagnostiche forniti dall'immunologia.						
<p>INTRODUZIONE ALLA BIODIVERSITÀ DIGITALE (441EE)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>Contenuti: modelli logici di biodiversità tassonomica e relative fonti di dati digitalizzati; principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; lessico tecnico della biodiversità digitale. Risultati attesi: gli studenti acquisiranno le conoscenze di base per 1) elaborare modelli logici di biodiversità tassonomica, con particolare attenzione alla tassonomia vegetale; 2) valutare le fonti di dati digitalizzati già disponibili; 3) usare correttamente le principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; 4) relazionarsi efficacemente con specialisti di database ed esperti di biodiversità digitale. Scopo del Corso nell'ambito del Corso di Laurea: ampliare le competenze più propriamente biologiche relative alla biodiversità, fornite da altri insegnamenti del Corso di Laurea, verso il settore della biodiversity informatics.</p>	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/02	No
<p>LABORATORIO DI BIOLOGIA SPERIMENTALE (083EE)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>La finalità di questo corso è quella di consentire allo studente di costruire un suo proprio piccolo curriculum di specializzazione teorico pratico usufruendo opportunamente e secondo i suoi interessi, degli indirizzi suggeriti dal corso di studio, dei crediti a scelta e del laboratorio dove svolgere la parte pratica. Ha quindi per obiettivo l'acquisizione di metodologie sperimentali e non prevede il raggiungimento da parte dello studente di risultati individuali specifici. La responsabilità dell'organizzazione del corso ricade sulla presidenza del Consiglio di Corso di Laurea; è prevista la frequentazione attiva di un laboratorio di ricerca sotto la tutela di un docente o ricercatore del consiglio di corso di laurea. Il laboratorio può essere frequentato nel secondo semestre del secondo anno ovvero nel primo o nel secondo semestre del terzo. Gli studenti verranno affidati ai docenti e ricercatori afferenti al cdl in ragione di massimo 2 per ogni semestre per docente sentito il gradimento degli studenti stessi. Un docente può, sentito lo studente e sotto la propria responsabilità, inviare studenti a laboratori del CNR o altro ente convenzionato in cui si svolga attività sperimentale in campo biologico.</p>	9	L-13 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/13	Si
<p>METODOLOGIE BIOCHIMICHE (123EE)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>Il corso si propone di fornire le conoscenze di base ed operative nelle metodiche biochimiche fondamentali quali: la centrifugazione, i sistemi di analisi cromatografica compresa la cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC), i sistemi di elettroforesi discontinua, bidimensionale e capillare, la spettrofotometria e spettrofotometria differenziale nell'UV e nel visibile. Inoltre verranno descritte e</p>	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No

mostrate tecniche radiochimiche, tecniche immunochimiche e tecniche di purificazione delle proteine.						
<b>MORFOMETRIA GEOMETRICA (558EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso ha le finalità di introdurre gli studenti alle nozioni base della morfometria, intesa come lo studio quantitativo delle forme biologiche. La morfometria geometrica è un approccio innovativo allo studio sia quantitativo sia qualitativo della variabilità morfologica in biologia. I metodi della morfometria geometrica sono stati sviluppati inizialmente per lo studio dei reperti fossili umani, ma oggi trovano ampia applicazione, oltre che in antropologia, anche in zoologia e in botanica. Il principale obiettivo formativo del corso è quello di fornire una solida conoscenza della morfometria tradizionale e geometrica. Nelle attività di laboratorio gli studenti applicheranno i metodi di morfometria geometrica a casi-studio di interesse biologico. Syllabus: Introduzione alla morfometria; perché e come comparare le forme biologiche; acquisizione dei landmark; taglia e forma; variazioni di forma; stima dei dati mancanti con applicazioni sui reperti fossili umani; simmetria e asimmetria delle forme biologiche; modularità e integrazione; metodi filogenetici comparativi.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/08	No
<b>MUTAGENESI AMBIENTALE (109EE)</b> <b>Obiettivi</b> La presente attività formativa si propone l'obiettivo di fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principali settori della tossicologia del materiale genetico (mutagenesi) e al rischio ambientale per l'uomo. Vengono inoltre illustrate le metodiche principali per l'identificazione degli agenti tossici e mutageni e per la comprensione dei loro meccanismi di azione. Il corso viene suddiviso in 32 ore di lezioni frontali e in 16 ore di esercitazioni pratiche di laboratorio. Durante le lezioni frontali verranno svolti 16 argomenti di base di seguito riportati: 1. Introduzione al corso: ambiente, tossicologia e mutagenesi 2. La mutazione genica 3. La mutazione cromosomica 4. I mutageni fisici 5. Mutageni chimici, metabolismo, bioattivazione degli xenobiotici 6. Integrità del genoma: la riparazione del DNA 7. Mutazione somatica e cancro 8. Test di mutazione genica nei batteri (test di Ames) 9. I lieviti: test genetici 10. Test in vitro. Citogenetica e analisi in metafase 11. Citogenetica e analisi in interfase. Citogenetica molecolare (FISH) 12. Test di danno precoce al DNA: saggio dei foci gamma-H2AX 13. Monitoraggio di ambienti acquatici 14. Monitoraggio dell'aria 15. Biomonitoraggio di popolazioni umane 16. Test di mutazione in cellule germinali Le 2 esercitazioni pratiche di laboratorio si svolgeranno in 4 giorni differenti (4 ore al giorno) e riguarderanno alcune delle metodiche proposte per l'analisi del potenziale mutageno di agenti fisici o chimici di interesse ambientale.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/18	No
<b>PROTISTOLOGIA (337EE)</b>	6	L-13 R	D	A scelta	BIO/05	No

<b>Obiettivi</b> Le finalità del corso — articolato in lezioni ed attività di laboratorio — sono quelle di fornire le conoscenze di base, le logiche di vita e le caratteristiche biologiche dei rappresentanti del primo grande salto evolutivo nella storia degli esseri viventi, i protisti, e di fornire una panoramica delle principali applicazioni di tali microorganismi come uno degli strumenti di indagine più sofisticati e complessi nella loro duplice natura di cellula eucariotica e di individuo. Saranno presentati alcuni temi-chiave della biologia dei protisti, che li rendono non solo organismi assolutamente unici nella loro natura essenziale, ma anche strumenti incredibilmente versatili ed affidabili nelle più diverse sperimentazioni scientifiche, sia di base (come la biologia molecolare, la biologia cellulare, l'elettrofisiologia, la biologia organismica, l'etologia, la biologia evoluzionistica), che applicata (la parassitologia, la ricerca di mutanti capaci di metabolizzare o neutralizzare sostanze inquinanti, il biomonitoraggio). L'inquadramento e la funzione nella biosfera dei diversi taxa di protisti saranno seguiti da alcune descrizioni di rappresentanti di tale raggruppamento. Le esercitazioni di laboratorio, oltre a fornire i mezzi necessari ad acquisire familiarità con il metodo scientifico sperimentale sui sistemi biologici considerati, hanno la finalità di far conoscere, mediante sperimentazioni pratiche, le tecniche fondamentali nei vari campi della Protistologia. A partire dal campionamento e isolamento di rappresentanti dei vari taxa di protisti, verranno ricercate e applicate le diverse tecniche per il loro mantenimento in coltura. Seguirà una fase di identificazione dei protisti, avvalendosi di tecniche morfologiche e genetico-molecolari, per garantire affidabilità all'identificazione del sistema organismico.				dello studente		
<b>PROVA FINALE SCIENZE BIOLOGICHE (2347Z)</b> <b>Obiettivi</b> La prova finale prevede la stesura di una relazione scritta su un argomento proposto dal tutore in cui si considerano aspetti teorici o metodologici presenti nella letteratura scientifica internazionale.	6	L-13 R	E	Per la prova finale	PROFIN_S	Si
<b>SUPERAMENTO DEBITO DI MATEMATICA (LAUREA TRIENNALE - DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA) (BIO01)</b>	2	L-13 R	D	A scelta dello studente	NN	No
<b>TEORIE E PROCESSI DELL'EVOLUZIONE (484EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso fornisce gli strumenti per interpretare l'attuale diversità dei viventi, uomo compreso, in chiave evolutiva. Attraverso lezioni partecipate e attività seminariali gli studenti conosceranno le trasformazioni storiche del pensiero evolutivo, dai primi impianti teorici ai più recenti sviluppi, maturando la capacità di valutare la complessità di forme e processi con cui si esprime l'interazione tra organismi viventi e ambiente alla luce di tali teorie. Al termine del corso si acquisiranno i fondamenti	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	BIO/08	No

concettuali e terminologici per comprendere i dibattiti scientifici in tema di evoluzione dei viventi così come la capacità di leggere o ri-leggere in una prospettiva evolutiva gli argomenti trattati negli altri corsi.						
<b>VIROLOGIA GENERALE E MOLECOLARE (310FF)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di descrivere i principali meccanismi molecolari e biologici alla base della replicazione dei virus nelle cellule, della loro persistenza e degli effetti della replicazione virale sulle cellule. Saranno descritti i meccanismi molecolari e cellulari di resistenza alle infezioni e di eliminazione dei virus, le modalità di trasmissione e di ingresso dei virus nell'ospite, il processo infettivo e i meccanismi che portano allo sviluppo delle malattie. Saranno inoltre illustrati i fattori dell'ospite che influenzano resistenza e suscettibilità all'infezione e descritto il decorso delle malattie stesse. Sono infine descritti principi e strategie di terapia e vaccinazione antivirale. Acquisite le conoscenze di base, il corso sarà dedicato all'approfondimento dei meccanismi molecolari e patogenetici dei principali virus di interesse medico e dei virus utilizzati nelle biotecnologie, nello sviluppo di farmaci e nella terapia genica. Saranno descritte le strategie per lo sviluppo e la costruzione di vettori virali e loro potenzialità, rischi e applicazioni nella medicina molecolare e personalizzata.	6	L-13 R	D	A scelta dello studente	MED/07	No

### Anno di corso non specificato

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
EDITORIA DIGITALE - SAI@UNIFI.IT (003SA)	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	NN	No
TECNICHE E STRUMENTI PER LA COMUNICAZIONE DIGITALE - SAI@UNIFI.IT (002SA)	3	L-13 R	D	A scelta dello studente	NN	No
<b>TECNICHE E STRUMENTI PER LA GESTIONE E L'ANALISI DEI DATI - SAI@UNIFI.IT (001SA)</b> <b>Obiettivi</b> Fornire le conoscenze e le competenze necessarie al trattamento delle informazioni attraverso la presentazione di strumenti informatici idonei e di esercitazioni pratiche. L'acquisizione di tali abilità certificate potrà avvenire attraverso il superamento del modulo di Gestione e Analisi dei Dati (CFU 3) offerto dall'Università di Pisa nell'ambito del progetto SAI@UNIFI con apprendimento autonomo in e-learning o in alternativa la certificazione ECDL START.	3	L-13 R	F	Abilità informatiche e telematiche	NN	No

## Piano di Studio: BIOR-L-25-25-25

Anno Regolamento Didattico	2025/2026
Anno di Coorte	2025/2026
Anno di Revisione	2025/2026



<b>Stato Piano generato</b>	Approvato
<b>Schema Statutario</b>	Sì
<b>Totale CFU</b>	180
<b>Totale CFU Obbligatori</b>	150

### Anno di Corso: 1° (2025/2026)

<b>Totale CFU Minimi</b>	60
<b>Totale CFU Obbligatori</b>	60

**Regola 1: OBBLIGATORI PRIMO ANNO (Obbligatoria)**  
Attività Obbligatorie. 7AF.

<b>CFU obbligatori</b>	60
<b>Sovrannumeraria</b>	NO
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
BOTANICA (070EE)	9	BIO/01	Sì	No
CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC)	12	CHIM/03, CHIM/02	Sì	No
CHIMICA ORGANICA (223CC)	6	CHIM/06	Sì	No
CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE)	9	BIO/06	Sì	No
FISICA (021BB)	6	FIS/07	Sì	No
MATEMATICA (234AA)	9	MAT/05	Sì	No
ZOOLOGIA (085EE)	9	BIO/05	Sì	No

**Regola 7: DEBITO MAT+SALUTE E SICUREZZA (Da elenco)**  
Non meno di 1 CFU e non più di 3 CFU a scelta tra i seguenti.

<b>Sovrannumeraria</b>	SI
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)	1	MED/42	No	No
SUPERAMENTO DEBITO DI MATEMATICA (LAUREA TRIENNALE - DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA) (BIO01)	2	NN	No	No

### Anno di Corso: 2° (2026/2027)

<b>Totale CFU Minimi</b>	63
<b>Totale CFU Obbligatori</b>	57

**Regola 2: OBBLIGATORI SECONDO ANNO (Obbligatoria)**  
Attività Obbligatorie. 8AF.

<b>CFU obbligatori</b>	57
<b>Sovrannumeraria</b>	NO
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
ABILITÀ INFORMATICHE (114ZW)	3	NN	Sì	No
ABILITÀ LINGUISTICHE (INGLESE B1) (115ZW)	3	NN	Sì	No
BIOCHIMICA (064EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) FISICA (021BB) MATEMATICA (234AA) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) CHIMICA ORGANICA (223CC)	9	BIO/10	Sì	No
BIOLOGIA DELLO SVILUPPO (068EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) CHIMICA ORGANICA (223CC) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) FISICA (021BB) MATEMATICA (234AA)	6	BIO/06	Sì	No
BIOLOGIA MOLECOLARE (069EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: MATEMATICA (234AA) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) CHIMICA ORGANICA (223CC) FISICA (021BB) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC)	9	BIO/11	Sì	No
ECOLOGIA (073EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: MATEMATICA (234AA) FISICA (021BB) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) CHIMICA ORGANICA (223CC)	9	BIO/07	Sì	No
GENETICA (082EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: FISICA (021BB) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) MATEMATICA (234AA) CHIMICA ORGANICA (223CC) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC)	9	BIO/18	Sì	No
MICROBIOLOGIA (084EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: CHIMICA ORGANICA (223CC) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) FISICA (021BB) MATEMATICA (234AA) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE)	9	BIO/19	Sì	No

**Regola 3:** GRUPPO GR2 (Gruppo scelta esami)  
Gruppo Scelta Esami. 6 CFU

<b>Sovrannumeraria</b>	NO
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
ANATOMIA COMPARATA (061EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: MATEMATICA (234AA) CHIMICA ORGANICA (223CC) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) FISICA (021BB) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC)	6	BIO/06	No	No
ANATOMIA UMANA (062EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: MATEMATICA (234AA) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) FISICA (021BB) CHIMICA ORGANICA (223CC) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE)	6	BIO/16	No	No

### Anno di Corso: 3° (2027/2028)

<b>Totale CFU Minimi</b>	57
<b>Totale CFU Obbligatorie</b>	33

#### Regola 4: OBBLIGATORI TERZO ANNO (Obbligatoria)

Attività Obbligatorie. 4AF.

<b>CFU obbligatori</b>	33
<b>Sovrannumeraria</b>	NO
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
FISIOLOGIA GENERALE (080EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) CHIMICA ORGANICA (223CC) MATEMATICA (234AA) FISICA (021BB) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC)	9	BIO/09	Sì	No
FISIOLOGIA VEGETALE (081EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) CHIMICA ORGANICA (223CC) MATEMATICA (234AA) FISICA (021BB) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) BIOCHIMICA (064EE)	9	BIO/04	Sì	No
LABORATORIO DI BIOLOGIA SPERIMENTALE (083EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) MATEMATICA (234AA) CHIMICA ORGANICA (223CC)	9	BIO/13	Sì	No

FISICA (021BB)				
CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE)				
PROVA FINALE SCIENZE BIOLOGICHE (2347Z)	6	PROFIN_S	Sì	No

**Regola 5: GRUPPO GR3 (Gruppo scelta esami)**  
Gruppo Scelta Esami. 12 CFU

<b>TAF</b>	D - A scelta dello studente
<b>Ambito</b>	83174 - A scelta dello studente
<b>Sovrannumeraria</b>	NO
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
ANTROPOLOGIA BIOLOGICA (505EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: CHIMICA ORGANICA (223CC) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) FISICA (021BB) MATEMATICA (234AA) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE)	6	BIO/08	No	No
ETOLOGIA (079EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) CHIMICA ORGANICA (223CC) FISICA (021BB) MATEMATICA (234AA)	6	BIO/05	No	No
IGIENE (035FF) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: MATEMATICA (234AA) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) CHIMICA ORGANICA (223CC) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) FISICA (021BB)	6	MED/42	No	No
IMMUNOLOGIA E TECNICHE IMMUNOLOGICHE (334FF) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) MATEMATICA (234AA) FISICA (021BB) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) CHIMICA ORGANICA (223CC)	6	MED/05	No	No

**Regola 6: ESAMI A SCELTA LIBERA (Gruppo scelta esami)**  
Gruppo Scelta Esami. 12 CFU

<b>Sovrannumeraria</b>	NO
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
ALBERI E ARBUSTI DELLA FLORA ITALIANA (436EE)	3	BIO/02	No	No
ANATOMIA COMPARATA (061EE) <b>Propedeuticità:</b>	6	BIO/06	No	No

Attività formative: MATEMATICA (234AA) CHIMICA ORGANICA (223CC) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) FISICA (021BB) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC)				
ANATOMIA UMANA (062EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: MATEMATICA (234AA) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) FISICA (021BB) CHIMICA ORGANICA (223CC) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE)	6	BIO/16	No	No
ANTROPOLOGIA BIOLOGICA (505EE) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: CHIMICA ORGANICA (223CC) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) FISICA (021BB) MATEMATICA (234AA) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE)	6	BIO/08	No	No
BIOCHIMICA SPERIMENTALE 1 (065EE)	3	BIO/10	No	No
BIOCHIMICA SPERIMENTALE II (339EE)	3	BIO/10	No	No
BIOLOGIA DEI PROTISTI A VITA LIBERA (067EE)	3	BIO/05	No	No
CICLI DI SEMINARI IN BIODIVERSITÀ, ECOLOGIA, EVOLUZIONE (309EE)	3	BIO/05	No	No
ECOLOGIA APPLICATA (074EE)	6	BIO/07	No	No
ECOLOGIA DEI PROTISTI (075EE)	6	BIO/05	No	No
ENTOMOLOGIA (076EE)	6	BIO/05	No	No
ENZIMOLOGIA (269EE)	6	BIO/10	No	No
EVOLUZIONE DELLE INTERAZIONI BIOTICHE (335EE)	3	BIO/05	No	No
FARMACOLOGIA GENERALE (336EE)	3	BIO/14	No	No
IGIENE (035FF) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: MATEMATICA (234AA) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) CHIMICA ORGANICA (223CC) CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) FISICA (021BB)	6	MED/42	No	No
IMMUNOLOGIA E TECNICHE IMMUNOLOGICHE (334FF) <b>Propedeuticità:</b> Attività formative: CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC) MATEMATICA (234AA) FISICA (021BB) CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE) CHIMICA ORGANICA (223CC)	6	MED/05	No	No
INTRODUZIONE ALLA BIODIVERSITÀ DIGITALE (441EE)	6	BIO/02	No	No
METODOLOGIE BIOCHIMICHE (123EE)	6	BIO/10	No	No
MORFOMETRIA GEOMETRICA (558EE)	6	BIO/08	No	No
MUTAGENESI AMBIENTALE (109EE)	6	BIO/18	No	No
PLANT ECOLOGY AND GLOBAL CHANGE (0043E)	6	BIO/03	No	No
PROTISTOLOGIA (337EE)	6	BIO/05	No	No
TEORIE E PROCESSI DELL'EVOLUZIONE (484EE)	6	BIO/08	No	No
VIROLOGIA GENERALE E MOLECOLARE (310FF)	6	MED/07	No	No



# Obiettivi attività formative

## 1° Anno (anno accademico 2025/2026)

- ALBERI E ARBUSTI DELLA FLORA ITALIANA (436EE)

### **Obiettivi Formativi**

Il corso avrà un taglio molto pratico e sarà volto al riconoscimento delle principali specie arboree e arbustive della nostra flora, con un'attenzione particolare alle specie native presenti in Toscana e a quelle endemiche italiane. Saranno previste un paio di uscite sul campo.

- ANATOMIA COMPARATA (061EE)

### **Obiettivi Formativi**

L'anatomia comparata prende in esame l'esito dei processi evolutivi ed adattativi che hanno luogo durante la Filogenesi dei Vertebrati con l'obiettivo finale di avere una base per la comprensione dei dati fondamentali dell'Anatomia di questo gruppo sistematico naturale. Innovazioni ed origine dei Vertebrati. Filogenesi del gruppo. Tegumento. Scheletro craniale e sua evoluzione; scheletro post-craniale: assile ed appendicolare, adattamenti evolutivi. Sistema nervoso centrale e periferico; evoluzione del midollo spinale e dell'encefalo. Morfogenesi ed adattamenti del sistema circolatorio e del sistema urogenitale.

- ANATOMIA UMANA (062EE)

### **Obiettivi Formativi**

Lo scopo del corso è quello di fornire le fondamentali nozioni concernenti la morfologia macroscopica e microscopica del sistema nervoso e degli organi di senso specializzati. Inoltre, degli apparati locomotore, vascolare, immunitario, digerente, respiratorio, urogenitale ed endocrino. Particolare enfasi verrà data alla conformazione strutturale ed ultrastrutturale degli organi ed alle loro caratteristiche morfofunzionali.

- ANTROPOLOGIA BIOLOGICA (505EE)

### **Obiettivi Formativi**

Lo studente che completerà il corso sarà in grado di dimostrare una solida conoscenza delle principali tematiche relative ai processi dell'evoluzione naturale e della selezione naturale, incluso la capacità di discutere su fitness evolutiva, adattamento, ereditabilità dei caratteri e genetica delle popolazioni. Lo studente sarà anche in grado di discutere sulla diversità, l'evoluzione, l'ecologia e il comportamento dei primati non umani e fare considerazioni su come conoscenze su queste specie possono aumentare la nostra conoscenza dell'Uomo. Lo studente sarà anche in grado di delineare l'evoluzione morfologica e tecnologica degli ominini dai primi antenati che abitavano nella foresta fino ai Neanderthal e all'uomo moderno. Infine, lo studente apprenderà come una visione evolutiva può aumentare la nostra comprensione della diversità genetica, fenotipica e culturale dell'uomo.

- BIOCHIMICA SPERIMENTALE 1 (065EE)

### **Obiettivi Formativi**

Il corso di Biochimica sperimentale 1 è da intendersi personalizzato per ciascun studente al quale verrà assegnato, previo colloquio con il responsabile del corso, un problema sperimentale che prevede una fase di indagine bibliografica, una fase di acquisizione metodologica ed infine una fase di soluzione o tentativo di soluzione dell'obiettivo sperimentale. Gli studenti svolgeranno il proprio lavoro definendo essi stessi giorni e orari di attività, purché gli stessi si identifichino con il normale orario di attività della struttura dipartimentale e che comunque verranno concordati con il personale docente e ricercatore della struttura

- BIOCHIMICA SPERIMENTALE II (339EE)

### **Obiettivi Formativi**

Il corso è in continuazione con Biochimica sperimentale 1 ed è da intendersi personalizzato per ciascun studente al quale verrà assegnato, previo colloquio con il responsabile del corso, un problema sperimentale che prevede una fase di indagine bibliografica, una fase di acquisizione metodologica ed infine una fase di soluzione o tentativo di soluzione dell'obiettivo sperimentale. Gli studenti svolgeranno il proprio lavoro

definendo essi stessi giorni e orari di attività, purché gli stessi si identifichino con il normale orario di attività della struttura dipartimentale e che comunque verranno concordati con il personale docente e ricercatore della struttura

- **BIOLOGIA DEI PROTISTI A VITA LIBERA (067EE)**

**Obiettivi Formativi**

Generalità, sistematica, etologia ed ecologia dei Protisti a vita libera. Far conoscere meglio il mondo anti-intuitivo dei Protisti a vita libera

- **BOTANICA (070EE)**

**Obiettivi Formativi**

L'obiettivo del corso di Botanica è di comprendere la "pianta", intesa come sistema biologico immobile con ampie interfacce con l'ambiente, e i suoi peculiari meccanismi di sviluppo, connessi alla modalità di nutrizione autotrofa e alla loro posizione filogenetica. Il programma del corso è incentrato sugli aspetti di citologia, morfologia e sviluppo che evidenziano, anche a livello molecolare, le peculiarità organizzative delle piante, in relazione alla loro biodiversità, sistematica e filogenesi.

- **CHIMICA GENERALE E CHIMICA FISICA (222CC)**

**Obiettivi Formativi**

Fornire le nozioni di base della Chimica generale e della Chimica Fisica per consentire di affrontare gli aspetti chimici e chimico-fisici nell'ambito delle scienze biologiche. Il corso di 12 crediti è suddiviso in 2 moduli di 6 crediti ciascuno, uno per la Chimica Generale e l'altro per la Chimica Fisica. 1)Modulo di Chimica Generale. Le leggi fondamentali della Chimica: conservazione della materia, proporzioni definite, proporzioni multiple. Dalle leggi fondamentali al modello atomico di Dalton. I concetti fondamentali della chimica: elemento, composto, miscela (omogenea ed eterogenea), analisi, sintesi, caratterizzazione. Il linguaggio chimico: simboli, formule, equazioni chimiche. La tavola periodica e il suo ordinamento, dalla massa atomica al numero atomico. Alcune proprietà periodiche: raggio atomico, affinità elettronica, energia di prima ionizzazione, elettronegatività configurazione Elettronica. Teoria atomica. Configurazione elettronica esterna e proprietà periodiche. Legame chimico: covalente (puro e polare), ionico, dativo, metallico. Formule di Lewis e geometria molecolare secondo il modello VSEPD. Il concetto di Mole. Bilanciamento di una equazione chimica. Unità di concentrazione. Stechiometria. L'equilibrio chimico. Costante di equilibrio e principio di Le Chatelier. Equilibri in soluzione acquosa (acido-base, solubilità). Teorie acido – base di Arrhenius e di BrønstedLowry. Scala di pH, pKa . Acidi forti e deboli. Calcolo del pH. Titolazioni acido-base. Elettrochimica. Semireazioni e potenziali standard. Celle galvaniche e celle elettrolitiche. 2)Modulo di Chimica Fisica. Acquisizione di concetti di base della chimica fisica nei campi della Termodinamica e della cinetica delle reazioni chimiche. Il corso parte dai principi della termodinamica con l'introduzione di concetti fondamentali, quali la temperatura, la pressione, le forze intermolecolari, l'energia, il calore, il lavoro, l'entalpia, la capacità termica, il rendimento termodinamico, l'entropia, le energie libere, il potenziale chimico, e mostra come questi siano usati nello studio di sistemi e processi che sono d'interesse in chimica biochimica. Equazioni di stato dei gas ideali e dei gas reali, termochimica, passaggi di fase, diagrammi di stato, proprietà delle soluzioni in fase liquida di elettroliti e di non-elettroliti. proprietà colligative, reazioni chimiche, trasporto di membrana, effetto idrofobico. Potenziale chimico di un composto puro e in miscela. Le reazioni chimiche e l'osmosi saranno trattate dando particolare rilievo all'energia libera nell'ambito dell'applicazione del II principio per stabilire la spontaneità di un processo e le condizioni dell'equilibrio. I concetti di base della termodinamica saranno infine applicati alle reazioni in una cella elettrochimica. Sistemi aperti e processi di non equilibrio. Nell'ambito della cinetica chimica saranno fornite definizioni di base, quali la velocità di reazione, l'ordine di reazione, il tempo di dimezzamento, energia di attivazione e mostrati alcuni esempi di calcolo della velocità di reazione.

- **CHIMICA ORGANICA (223CC)**

**Obiettivi Formativi**

Struttura delle molecole organiche: isomeri costituzionali e stereoisomeri. Nomenclatura. Chiralità. Aromaticità. Principali classi di composti e loro reattività tipica. Meccanismi di reazione: stati di



transizione e intermedi. Cenni di stereochemica e reattività dei carboidrati. Cenni sulle reazioni di condensazione. Questo corso vuole fornire conoscenze di chimica organica relative a: Proprietà acido-base dei composti organici, nucleofilicità ed elettrofilicità, intermedi di reazione in chimica organica, fondamenti di stereochemica dei composti organici.

- **CICLI DI SEMINARI IN BIODIVERSITÀ, ECOLOGIA, EVOLUZIONE (309EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso, organizzato in seminari di una o due ore, ha lo scopo di fornire agli studenti una panoramica sull'attività di ricerca nell'ambito degli studi sulla biodiversità, l'ecologia e l'evoluzione che vengono condotti in particolare presso l'Ateneo di Pisa. I seminari potranno anche spaziare su argomenti metodologici, applicativi, gestionali, legislativi o su come si struttura un seminario o un lavoro scientifico (metaseminari).

- **CITOLOGIA E ISTOLOGIA (071EE)**

**Obiettivi Formativi**

Attraverso l'analisi morfo-funzionale e molecolare delle cellule dei Procarioti e degli Eucarioti e lo studio delle caratteristiche morfologiche ed istofisiologiche dei tessuti animali, il Corso si propone di fornire agli studenti nozioni e concetti di base, indispensabili alla formazione culturale di un Biologo, nonché propedeutici allo studio di molteplici discipline previste dal curriculum accademico. Livelli di organizzazione del protoplasma. Organizzazione strutturale delle cellule procariotiche. Analisi morfo-funzionale delle cellule eucariotiche: caratterizzazione ultrastrutturale, citofisiologica e molecolare della membrana plasmatica, del nucleo e degli organuli e strutture citoplasmatiche. Ciclo cellulare: interfase e mitosi. Differenziamento cellulare ed istogenesi. Criteri di classificazione e caratteristiche morfologiche ed istofisiologiche dei vari tipi di tessuti animali.

- **ECOLOGIA APPLICATA (074EE)**

**Obiettivi Formativi**

Obiettivi formativi del corso sono quelli di fornire solide basi di conoscenza di ecologia applicata con particolare riguardo allo studio della natura, degli effetti e del monitoraggio delle principali forme di inquinamento nei tre comparti (atmosferico, acquatico e terrestre). Inquinamento, definizione e classificazione. Inquinanti biodegradabili e non. Principali sostanze inquinanti. Atmosfera, Acqua, Suolo: origine, diffusione e natura degli inquinanti. Monitoraggio degli inquinanti: variabili territoriali utilizzabili nel controllo complessivo della qualità ambientale. Analisi chimica e analisi biologica. Gli indicatori biologici. Gli indicatori biologici nel monitoraggio dell'inquinamento atmosferico e acquatico. Tecniche di Valutazione di Impatto Ambientale: scopo della VIA, modalità di applicazione, procedura amministrativa e legislazione italiana vigente. Metodi dello studio di impatto ambientale (SIA): liste di controllo, sovrapposizione di carte tematiche, matrici e reti, sistema dei grafi.

- **ECOLOGIA DEI PROTISTI (075EE)**

**Obiettivi Formativi**

Obiettivo formativo del corso di "Ecologia dei Protisti" è quello di fornire una solida conoscenza della diversità biologica dei protisti, nozioni fondamentali sui principali gruppi tassonomici di protisti e sul ruolo dei protisti in ambienti naturali ed antropici. Scopo del corso è anche quello di fornire i principali strumenti conoscitivi indispensabili per la caratterizzazione dei protisti e per il loro utilizzo come bioindicatori. Il corso tratta le caratteristiche peculiari dei protisti legate alla loro origine, evoluzione e diversificazione. I principali gruppi tassonomici di protisti sono descritti in funzione della loro posizione filogenetica e del loro ruolo ambientale. Inoltre sono illustrate sia le caratteristiche distintive di questi organismi che influenzano particolarmente la loro ecologia, sia il loro ruolo nell'ambiente in relazione a fattori biotici ed abiotici e le comunità di protisti tipiche dei diversi ambienti naturali (marino, dulciacquicolo, terrestre). Viene inoltre trattato l'utilizzo dei protisti nell'ecologia applicata come indicatori biologici. Le attività di laboratorio prevedono il trattamento teorico e la sperimentazione diretta delle principali tecniche utilizzate per la caratterizzazione dei protisti nell'ambiente.

- **ENTOMOLOGIA (076EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso ha lo scopo di fornire una introduzione alla morfologia e fisiologia degli insetti e alla loro sistematica. Agli studenti saranno proposti gli elementi di base per una discussione sul significato del grande successo evolutivo degli insetti e sulla loro importanza per l'uomo. Si danno per acquisiti i concetti di base che riguardano gli organismi viventi. Il metodo di studio da seguire sarà quello scientifico e pertanto sarà stimolata ed esaltata la capacità di osservazione, di critica e di porre domande.

- ENZIMOLOGIA (269EE)

**Obiettivi Formativi**

L'obiettivo del corso è quello di fornire allo studente una solida base di conoscenze della catalisi enzimatica tale da metterlo in condizione di affrontare lo studio di caratterizzazione di un enzima ed analizzare il suo comportamento sia a livello di funzione enzimatica cellulare sia nell'affrontare problematiche connesse all'uso degli enzimi in campo applicativo. Allo studio delle caratteristiche generali degli enzimi e del loro meccanismo d'azione, si affianca l'analisi cinetica di reazioni enzimatiche a diverso grado di complessità, nonché lo studio di fattori influenti sulle proprietà catalitiche e quindi sul controllo dell'attività enzimatica.

- ETOLOGIA (079EE)

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire conoscenze sui processi alla base del comportamento animale, illustrando i principi e i concetti fondamentali dell'etologia (ad es. la motivazione, gli stimoli, la comunicazione i sistemi di apprendimento). Verranno inoltre discussi alcuni fenomeni comportamentali più specifici come le forme di socialità degli animali, l'orientamento e il comportamento dell'uomo.

- EVOLUZIONE DELLE INTERAZIONI BIOTICHE (335EE)

- FARMACOLOGIA GENERALE (336EE)

**Obiettivi Formativi**

Il corso è finalizzato a fornire conoscenze di farmacologia generale con una introduzione alle principali tipologie di nuovi farmaci consentiti dalle biotecnologie e alle loro caratteristiche distintive rispetto ai farmaci classici.

- FISICA (021BB)

**Obiettivi Formativi**

Il corso fornisce le basi per la comprensione dei fenomeni fisici e delle leggi che li regolano. Comprensione del carattere delle leggi fisiche; unità di misura e campioni; studio della cinematica e della dinamica, sia del punto materiale che dei corpi rigidi, con l'approfondimento dei moti elementari, e cenni ai moti di oscillazione e gravitazione; teoria elementare dei fluidi; teoria elementare dell'elettromagnetismo (in particolare dell'elettrostatica), con applicazioni ai circuiti elettrici.

- IGIENE (035FF)

**Obiettivi Formativi**

: Il corso si propone di fornire conoscenze utili per l'attività del biologo nella prevenzione primaria e promozione della salute umana, nella tutela della salubrità e qualità di ambienti e prodotti. Il corso prende in esame le metodologie di misura della salute e delle malattie nella collettività, la metodologia epidemiologica, le relazioni fra ambiente e salute, l'epidemiologia e la profilassi delle malattie infettive e non infettive, l'impiego degli indicatori come strumenti di valutazione della qualità e sicurezza ambientale ed alimentare, la principale legislazione su problemi di sanità pubblica ed i fondamenti dell'analisi del rischio.

- IMMUNOLOGIA E TECNICHE IMMUNOLOGICHE (334FF)

**Obiettivi Formativi**

Il corso sarà strutturato in due aree, quella dell'eziologia generale, nella quale saranno descritti i principali agenti patogeni e le loro modalità di interazione con l'organismo, e quella dell'immunologia, nella quale gli studenti avranno modo di apprezzare i livelli più elevati di riconoscimento ed interazione con gli agenti biologici patogeni. Conoscenza di: nomenclatura medica di base, natura delle malattie, relazione fra

ambiente e stato di salute, natura e meccanismi di azione degli agenti patogeni, elementi costitutivi, struttura e funzione del sistema immunitario, acquisizione delle abilità di base nell'uso di strumenti e metodologie analitiche e diagnostiche forniti dall'immunologia.

- **INTRODUZIONE ALLA BIODIVERSITÀ DIGITALE (441EE)**

**Obiettivi Formativi**

Contenuti: modelli logici di biodiversità tassonomica e relative fonti di dati digitalizzati; principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; lessico tecnico della biodiversità digitale. Risultati attesi: gli studenti acquisiranno le conoscenze di base per 1) elaborare modelli logici di biodiversità tassonomica, con particolare attenzione alla tassonomia vegetale; 2) valutare le fonti di dati digitalizzati già disponibili; 3) usare correttamente le principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; 4) relazionarsi efficacemente con specialisti di database ed esperti di biodiversità digitale. Scopo del Corso nell'ambito del Corso di Laurea: ampliare le competenze più propriamente biologiche relative alla biodiversità, fornite da altri insegnamenti del Corso di Laurea, verso il settore della biodiversity informatics.

- **MATEMATICA (234AA)**

**Obiettivi Formativi**

L'obiettivo del corso è quello di fornire le basi dell'analisi matematica per funzioni reali in una variabile reale e un'introduzione alla teoria della probabilità e alla statistica. Il corso prediligerà maggiormente gli aspetti applicativi di questi concetti rispetto al completo sviluppo logico della teoria sottostante. I punti fondamentali del programma saranno i seguenti. Insiemi: definizioni, operazioni e insiemi numerici. Coordinate cartesiane. Funzioni elementari e loro grafici. Limiti di funzioni, infinitesimi e infiniti. Derivate: crescita, decrescita, punti stazionari, massimi e minimi assoluti. Studio di funzioni, ricostruzione di funzioni da dati qualitativi. Calcolo di primitive e integrali definiti. Introduzione alle equazioni differenziali ordinarie. Statistica descrittiva: indici di centralità e dispersione, valore medio, mediana, varianza, deviazione standard. Metodo dei minimi quadrati. Calcolo combinatorio. Probabilità elementare, probabilità condizionata e applicazioni alla genetica di popolazioni. Variabili aleatorie discrete e continue. Principali distribuzioni di probabilità. Il teorema del limite centrale e la legge dei grandi numeri. Statistica inferenziale: distribuzione campionaria, indici di centralità e dispersione della distribuzione campionaria.

- **METODOLOGIE BIOCHIMICHE (123EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base ed operative nelle metodiche biochimiche fondamentali quali: la centrifugazione, i sistemi di analisi cromatografica compresa la cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC), i sistemi di elettroforesi discontinua, bidimensionale e capillare, la spettrofotometria e spettrofotometria differenziale nell'UV e nel visibile. Inoltre verranno descritte e mostrate tecniche radiochimiche, tecniche immunochimiche e tecniche di purificazione delle proteine.

- **MORFOMETRIA GEOMETRICA (558EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso ha le finalità di introdurre gli studenti alle nozioni base della morfometria, intesa come lo studio quantitativo delle forme biologiche. La morfometria geometrica è un approccio innovativo allo studio sia quantitativo sia qualitativo della variabilità morfologica in biologia. I metodi della morfometria geometrica sono stati sviluppati inizialmente per lo studio dei reperti fossili umani, ma oggi trovano ampia applicazione, oltre che in antropologia, anche in zoologia e in botanica. Il principale obiettivo formativo del corso è quello di fornire una solida conoscenza della morfometria tradizionale e geometrica. Nelle attività di laboratorio gli studenti applicheranno i metodi di morfometria geometrica a casi-studio di interesse biologico. Syllabus: Introduzione alla morfometria; perché e come comparare le forme biologiche; acquisizione dei landmark; taglia e forma; variazioni di forma; stima dei dati mancanti con applicazioni sui reperti fossili umani; simmetria e asimmetria delle forme biologiche; modularità e integrazione; metodi filogenetici comparativi.

- **MUTAGENESI AMBIENTALE (109EE)**

- **Obiettivi Formativi**

- La presente attività formativa si propone l'obiettivo di fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principali settori della tossicologia del materiale genetico (mutagenesi) e al rischio ambientale per l'uomo. Vengono inoltre illustrate le metodiche principali per l'identificazione degli agenti tossici e mutageni e per la comprensione dei loro meccanismi di azione. Il corso viene suddiviso in 32 ore di lezioni frontali e in 16 ore di esercitazioni pratiche di laboratorio. Durante le lezioni frontali verranno svolti 16 argomenti di base di seguito riportati: 1. Introduzione al corso: ambiente, tossicologia e mutagenesi 2. La mutazione genica 3. La mutazione cromosomica 4. I mutageni fisici 5. Mutageni chimici, metabolismo, bioattivazione degli xenobiotici 6. Integrità del genoma: la riparazione del DNA 7. Mutazione somatica e cancro 8. Test di mutazione genica nei batteri (test di Ames) 9. I lieviti: test genetici 10. Test in vitro. Citogenetica e analisi in metafase 11. Citogenetica e analisi in interfase. Citogenetica molecolare (FISH) 12. Test di danno precoce al DNA: saggio dei foci gamma-H2AX 13. Monitoraggio di ambienti acquatici 13. Monitoraggio dell'aria 15. Biomonitoraggio di popolazioni umane 16. Test di mutazione in cellule germinali Le 2 esercitazioni pratiche di laboratorio si svolgeranno in 4 giorni differenti (4 ore al giorno) e riguarderanno alcune delle metodiche proposte per l'analisi del potenziale mutageno di agenti fisici o chimici di interesse ambientale.

- **PLANT ECOLOGY AND GLOBAL CHANGE (0043E)**

- **Obiettivi Formativi**

- Comprensione Critica: Sviluppare una profonda comprensione dei concetti fondamentali dell'ecologia vegetale, dei principi del funzionamento degli ecosistemi e dei meccanismi che guidano le risposte delle piante ai cambiamenti ambientali globali o Capacità Analitiche: Potenziare la capacità di analizzare e interpretare dati ecologici relativi alle comunità vegetali, al funzionamento degli ecosistemi, in un contesto di cambiamenti ambientali globali o Conoscenza Applicata: Applicare concetti teorici a scenari reali, valutando l'impatto dei cambiamenti globali sulla biodiversità, la distribuzione delle piante, e sui servizi ecosistemici o Competenza nella Ricerca: Favorire lo sviluppo di competenze nella progettazione, conduzione e presentazione di progetti di ricerca ecologica focalizzati sulle risposte delle piante ai cambiamenti globali.

- **PROTISTOLOGIA (337EE)**

- **Obiettivi Formativi**

- Le finalità del corso — articolato in lezioni ed attività di laboratorio — sono quelle di fornire le conoscenze di base, le logiche di vita e le caratteristiche biologiche dei rappresentanti del primo grande salto evolutivo nella storia degli esseri viventi, i protisti, e di fornire una panoramica delle principali applicazioni di tali microorganismi come uno degli strumenti di indagine più sofisticati e complessi nella loro duplice natura di cellula eucariotica e di individuo. Saranno presentati alcuni temi-chiave della biologia dei protisti, che li rendono non solo organismi assolutamente unici nella loro natura essenziale, ma anche strumenti incredibilmente versatili ed affidabili nelle più diverse sperimentazioni scientifiche, sia di base (come la biologia molecolare, la biologia cellulare, l'elettrofisiologia, la biologia organismica, l'etologia, la biologia evoluzionistica), che applicata (la parassitologia, la ricerca di mutanti capaci di metabolizzare o neutralizzare sostanze inquinanti, il biomonitoraggio). L'inquadramento e la funzione nella biosfera dei diversi taxa di protisti saranno seguiti da alcune descrizioni di rappresentanti di tale raggruppamento. Le esercitazioni di laboratorio, oltre a fornire i mezzi necessari ad acquisire familiarità con il metodo scientifico sperimentale sui sistemi biologici considerati, hanno la finalità di far conoscere, mediante sperimentazioni pratiche, le tecniche fondamentali nei vari campi della Protistologia. A partire dal campionamento e isolamento di rappresentanti dei vari taxa di protisti, verranno ricercate e applicate le diverse tecniche per il loro mantenimento in coltura. Seguirà una fase di identificazione dei protisti, avvalendosi di tecniche morfologiche e genetico-molecolari, per garantire affidabilità all'identificazione del sistema organismico.

- **SUPERAMENTO DEBITO DI MATEMATICA (LAUREA TRIENNALE - DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA) (BIO01)**

- **TEORIE E PROCESSI DELL'EVOLUZIONE (484EE)**

- **Obiettivi Formativi**

- Il corso fornisce gli strumenti per interpretare l'attuale diversità dei viventi, uomo compreso, in chiave evolutiva. Attraverso lezioni partecipate e attività seminariali gli studenti conosceranno le trasformazioni storiche del pensiero evolutivo, dai primi impianti teorici ai più recenti sviluppi, maturando la capacità di valutare la complessità di forme e processi con cui si esprime l'interazione tra organismi viventi e ambiente alla luce di tali teorie. Al termine del corso si acquisiranno i fondamenti concettuali e terminologici per comprendere i dibattiti scientifici in tema di evoluzione dei viventi così come la capacità di leggere o ri-leggere in una prospettiva evolutiva gli argomenti trattati negli altri corsi.

- **VIROLOGIA GENERALE E MOLECOLARE (310FF)**

- **Obiettivi Formativi**

- Il corso si propone di descrivere i principali meccanismi molecolari e biologici alla base della replicazione dei virus nelle cellule, della loro persistenza e degli effetti della replicazione virale sulle cellule. Saranno descritti i meccanismi molecolari e cellulari di resistenza alle infezioni e di eliminazione dei virus, le modalità di trasmissione e di ingresso dei virus nell'ospite, il processo infettivo e i meccanismi che portano allo sviluppo delle malattie. Saranno inoltre illustrati i fattori dell'ospite che influenzano resistenza e suscettibilità all'infezione e descritto il decorso delle malattie stesse. Sono infine descritti principi e strategie di terapia e vaccinazione antivirale. Acquisite le conoscenze di base, il corso sarà dedicato all'approfondimento dei meccanismi molecolari e patogenetici dei principali virus di interesse medico e dei virus utilizzati nelle biotecnologie, nello sviluppo di farmaci e nella terapia genica. Saranno descritte le strategie per lo sviluppo e la costruzione di vettori virali e loro potenzialità, rischi e applicazioni nella medicina molecolare e personalizzata.

- **ZOOLOGIA (085EE)**

- **Obiettivi Formativi**

- Biologia funzionale e comportamentale. Concetti generali e principi di base della vita animale; il metodo scientifico; eterotrofia e motilità; Bauplan e livelli di organizzazione; simmetria; metameria; cavità del corpo. Sistemi funzionali: alimentazione, respirazione trasporto, escrezione, termoregolazione, sostegno e locomozione, nervoso ed endocrino, recezione sensoriale. Meccanismi e strategie della riproduzione; sviluppo e cicli vitali; simbiosi e parassitismo; Evoluzione: teorie, meccanismi; specie e speciazione; adattamento; Biodiversità, sistematica e filogenesi. Evoluzione della pluricellularità; Caratteristiche distintive e filogenesi dei principali phyla di Metazoi: Poriferi, Cnidari, Ctenofori, Acelomati, Pseudocelomati, Celomati; Protostomi: Anellidi, Molluschi, Artropodi; Deuterostomi: Echinodermi, Cordati. Acquisizione della conoscenza di: terminologia zoologica; organismo integrato e aspetti fondamentali della condizione di "animalità"; diversità, complessità ed unitarietà della vita animale; adattamenti strutturali e funzionali degli animali; storia evolutiva e rapporti filogenetici degli animali. Acquisizione di competenza nel riconoscimento di taxa, nelle tecniche di campionamento e raccolta, nell'analisi comparativa di anatomia macro e microscopica, nell'uso dello stereomicroscopio.

## **2° Anno (anno accademico 2026/2027)**

- **ABILITÀ INFORMATICHE (114ZW)**

- **Obiettivi Formativi**

- : L'obiettivo è l'acquisizione di abilità informatiche certificate che attestino che il possessore ha acquisito l'insieme minimo delle abilità necessarie per poter lavorare col PC, in modo autonomo e in rete, nell'ambito di un'azienda, un ente pubblico, un'impresa o uno studio professionale. Si prevede quindi il superamento di uno dei moduli da 3 CFU offerti all'Università di Pisa nell'ambito del progetto SAI@UNIPi. Viene riconosciuta in alternativa la certificazione ECDL START.

- **ABILITÀ LINGUISTICHE (INGLESE B1) (115ZW)**

- **Obiettivi Formativi**

- Conoscere a un livello intermedio una seconda lingua della comunità europea (Inglese)

- ALBERI E ARBUSTI DELLA FLORA ITALIANA (436EE)

#### **Obiettivi Formativi**

Il corso avrà un taglio molto pratico e sarà volto al riconoscimento delle principali specie arboree e arbustive della nostra flora, con un'attenzione particolare alle specie native presenti in Toscana e a quelle endemiche italiane. Saranno previste un paio di uscite sul campo.

- ANATOMIA COMPARATA (061EE)

#### **Obiettivi Formativi**

L'anatomia comparata prende in esame l'esito dei processi evolutivi ed adattativi che hanno luogo durante la Filogenesi dei Vertebrati con l'obiettivo finale di avere una base per la comprensione dei dati fondamentali dell'Anatomia di questo gruppo sistematico naturale. Innovazioni ed origine dei Vertebrati. Filogenesi del gruppo. Tegumento. Scheletro craniale e sua evoluzione; scheletro post-craniale: assile ed appendicolare, adattamenti evolutivi. Sistema nervoso centrale e periferico; evoluzione del midollo spinale e dell'encefalo. Morfogenesi ed adattamenti del sistema circolatorio e del sistema urogenitale.

- ANATOMIA UMANA (062EE)

#### **Obiettivi Formativi**

Lo scopo del corso è quello di fornire le fondamentali nozioni concernenti la morfologia macroscopica e microscopica del sistema nervoso e degli organi di senso specializzati. Inoltre, degli apparati locomotore, vascolare, immunitario, digerente, respiratorio, urogenitale ed endocrino. Particolare enfasi verrà data alla conformazione strutturale ed ultrastrutturale degli organi ed alle loro caratteristiche morfofunzionali.

- ANTROPOLOGIA BIOLOGICA (505EE)

#### **Obiettivi Formativi**

Lo studente che completerà il corso sarà in grado di dimostrare una solida conoscenza delle principali tematiche relative ai processi dell'evoluzione naturale e della selezione naturale, incluso la capacità di discutere su fitness evolutiva, adattamento, ereditabilità dei caratteri e genetica delle popolazioni. Lo studente sarà anche in grado di discutere sulla diversità, l'evoluzione, l'ecologia e il comportamento dei primati non umani e fare considerazioni su come conoscenze su queste specie possono aumentare la nostra conoscenza dell'Uomo. Lo studente sarà anche in grado di delineare l'evoluzione morfologica e tecnologica degli ominini dai primi antenati che abitavano nella foresta fino ai Neanderthal e all'uomo moderno. Infine, lo studente apprenderà come una visione evolutiva può aumentare la nostra comprensione della diversità genetica, fenotipica e culturale dell'uomo.

- BIOCHIMICA (064EE)

#### **Obiettivi Formativi**

Nel corso vengono affrontati argomenti relativi allo studio della struttura e della funzione di macromolecole di interesse biologico, quali proteine, lipidi, polisaccaridi e acidi nucleici. Emoglobina e mioglobina vengono prese ad esempio del rapporto tra struttura e funzione di proteine. Una parte del corso è dedicata agli enzimi e alla loro funzione di catalizzatori biologici. Come esempio di integrazione metabolica, vengono presi in considerazione il catabolismo e l'anabolismo degli zuccheri e dei grassi, e la loro regolazione, in relazione al fabbisogno energetico cellulare.

- BIOCHIMICA SPERIMENTALE 1 (065EE)

#### **Obiettivi Formativi**

Il corso di Biochimica sperimentale 1 è da intendersi personalizzato per ciascun studente al quale verrà assegnato, previo colloquio con il responsabile del corso, un problema sperimentale che prevede una fase di indagine bibliografica, una fase di acquisizione metodologica ed infine una fase di soluzione o tentativo di soluzione dell'obiettivo sperimentale. Gli studenti svolgeranno il proprio lavoro definendo essi stessi giorni e orari di attività, purché gli stessi si identifichino con il normale orario di attività della struttura dipartimentale e che comunque verranno concordati con il personale docente e ricercatore della struttura

- BIOLOGIA DEI PROTISTI A VITA LIBERA (067EE)

#### **Obiettivi Formativi**

Generalità, sistematica, etologia ed ecologia dei Protisti a vita libera. Far conoscere meglio il mondo anti-intuitivo dei Protisti a vita libera

- **BIOLOGIA DELLO SVILUPPO (068EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso illustra le modalità con cui si sviluppa un organismo a livello descrittivo e dei meccanismi cellulari, molecolari e genetici. Particolare attenzione è dedicata all'embriogenesi precoce dei vertebrati, ed ai meccanismi dello sviluppo di *Drosophila*, organismo guida per la comprensione delle basi genetiche e molecolari dello sviluppo. Concetti e metodi della Biologia dello Sviluppo. Preformismo ed epigenesi. Sviluppo a mosaico e sviluppo regolativo. Sviluppo e regionalizzazione dell'embrione di *Drosophila*. Analisi genetico-molecolare dello sviluppo. Sviluppo dei vertebrati: gli anfibi, uccelli, mammiferi (topo) e uomo; annessi embrionali e placentazione. Meccanismi genetici, molecolari e cellulari durante l'embriogenesi. Lo sviluppo dell'arto dei tetrapodi. Evoluzione dei meccanismi molecolari dello sviluppo.

- **BIOLOGIA MOLECOLARE (069EE)**

**Obiettivi Formativi**

Costituenti e proprietà chimico-fisiche degli acidi nucleici. Struttura delle macromolecole biologiche informative e metodi per il loro studio. Meccanismi di replicazione del DNA, di trascrizione e maturazione degli RNA e di sintesi delle proteine. Regolazione dell'espressione genica. Metodologie di analisi e manipolazione delle molecole informative: DNA ricombinante: enzimi di restrizione, clonazione molecolare (vettori, genoteche, metodi di screening), PCR, sequenziamento del DNA; tecniche per studiare la trascrizione e le interazioni tra le proteine. Obiettivi: conoscenza della struttura molecolare degli acidi nucleici e delle proteine, dei principali meccanismi alla base dell'espressione genica e della sua regolazione, delle metodologie connesse all'uso del DNA ricombinante: trasformazione di plasmidi e infezione di fagi in batteri, estrazione del DNA, elettroforesi su gel, mappe di restrizione.

- **CICLI DI SEMINARI IN BIODIVERSITÀ, ECOLOGIA, EVOLUZIONE (309EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso, organizzato in seminari di una o due ore, ha lo scopo di fornire agli studenti una panoramica sull'attività di ricerca nell'ambito degli studi sulla biodiversità, l'ecologia e l'evoluzione che vengono condotti in particolare presso l'Ateneo di Pisa. I seminari potranno anche spaziare su argomenti metodologici, applicativi, gestionali, legislativi o su come si struttura un seminario o un lavoro scientifico (metaseminari).

- **ECOLOGIA (073EE)**

**Obiettivi Formativi**

Lo scopo del corso è di fornire allo studente le basi logiche e metodologiche per comprendere i processi che influenzano le modalità di distribuzione, di abbondanza e di diversità di organismi in natura. Sono enfatizzati gli aspetti quantitativi e sperimentali dell'ecologia per un'analisi critica dei paradigmi di questa disciplina. Introduzione all'ecologia: settori di interesse, i principali paradigmi, gli ambienti, gli organismi. Le popolazioni naturali: demografia, interazioni, distribuzione. Un approccio logico all'analisi di problemi ecologici. Relazioni tra teorie ecologiche e sperimentazione. La progettazione di esperimenti in ecologia. L'analisi sperimentale delle modalità distributive di specie nello spazio e nel tempo. L'analisi sperimentale dei processi ecologici.

- **ECOLOGIA APPLICATA (074EE)**

**Obiettivi Formativi**

Obiettivi formativi del corso sono quelli di fornire solide basi di conoscenza di ecologia applicata con particolare riguardo allo studio della natura, degli effetti e del monitoraggio delle principali forme di inquinamento nei tre comparti (atmosferico, acquatico e terrestre). Inquinamento, definizione e classificazione. Inquinanti biodegradabili e non. Principali sostanze inquinanti. Atmosfera, Acqua, Suolo: origine, diffusione e natura degli inquinanti. Monitoraggio degli inquinanti: variabili territoriali utilizzabili nel controllo complessivo della qualità ambientale. Analisi chimica e analisi biologica. Gli indicatori biologici. Gli indicatori biologici nel monitoraggio dell'inquinamento atmosferico e acquatico. Tecniche di Valutazione di Impatto Ambientale: scopo della VIA, modalità di applicazione, procedura amministrativa e

legislazione italiana vigente. Metodi dello studio di impatto ambientale (SIA): liste di controllo, sovrapposizione di carte tematiche, matrici e reti, sistema dei grafi.

- **ECOLOGIA DEI PROTISTI (075EE)**

**Obiettivi Formativi**

Obiettivo formativo del corso di “Ecologia dei Protisti” è quello di fornire una solida conoscenza della diversità biologica dei protisti, nozioni fondamentali sui principali gruppi tassonomici di protisti e sul ruolo dei protisti in ambienti naturali ed antropici. Scopo del corso è anche quello di fornire i principali strumenti conoscitivi indispensabili per la caratterizzazione dei protisti e per il loro utilizzo come bioindicatori. Il corso tratta le caratteristiche peculiari dei protisti legate alla loro origine, evoluzione e diversificazione. I principali gruppi tassonomici di protisti sono descritti in funzione della loro posizione filogenetica e del loro ruolo ambientale. Inoltre sono illustrate sia le caratteristiche distintive di questi organismi che influenzano particolarmente la loro ecologia, sia il loro ruolo nell’ambiente in relazione a fattori biotici ed abiotici e le comunità di protisti tipiche dei diversi ambienti naturali (marino, dulciacquicolo, terrestre). Viene inoltre trattato l’utilizzo dei protisti nell’ecologia applicata come indicatori biologici. Le attività di laboratorio prevedono il trattamento teorico e la sperimentazione diretta delle principali tecniche utilizzate per la caratterizzazione dei protisti nell’ambiente.

- **ENTOMOLOGIA (076EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso ha lo scopo di fornire una introduzione alla morfologia e fisiologia degli insetti e alla loro sistematica. Agli studenti saranno proposti gli elementi di base per una discussione sul significato del grande successo evolutivo degli insetti e sulla loro importanza per l'uomo. Si danno per acquisiti i concetti di base che riguardano gli organismi viventi. Il metodo di studio da seguire sarà quello scientifico e pertanto sarà stimolata ed esaltata la capacità di osservazione, di critica e di porre domande.

- **ENZIMOLOGIA (269EE)**

**Obiettivi Formativi**

L’obiettivo del corso è quello di fornire allo studente una solida base di conoscenze della catalisi enzimatica tale da metterlo in condizione di affrontare lo studio di caratterizzazione di un enzima ed analizzare il suo comportamento sia a livello di funzione enzimatica cellulare sia nell’affrontare problematiche connesse all’uso degli enzimi in campo applicativo. Allo studio delle caratteristiche generali degli enzimi e del loro meccanismo d’azione, si affianca l’analisi cinetica di reazioni enzimatiche a diverso grado di complessità, nonché lo studio di fattori influenti sulle proprietà catalitiche e quindi sul controllo dell’attività enzimatica.

- **EVOLUZIONE DELLE INTERAZIONI BIOTICHE (335EE)**

- **FARMACOLOGIA GENERALE (336EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso è finalizzato a fornire conoscenze di farmacologia generale con una introduzione alle principali tipologie di nuovi farmaci consentiti dalle biotecnologie e alle loro caratteristiche distintive rispetto ai farmaci classici.

- **GENETICA (082EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali sulla natura, trasmissione, espressione e modificazione del materiale ereditario, a livello molecolare, di organismi, famiglie e popolazioni. Principi dell’analisi genetica formale. Segregazione e ricombinazione di caratteri: indipendenza e associazione. Mappe genetiche, citogenetiche e fisiche. Polimorfismo e mutazione, basi molecolari della variabilità allelica. Interazioni semplici e complesse tra geni e tra geni ed ambiente. Elementi di genetica quantitativa. Biologia molecolare della funzione genica. Elementi di genetica umana e di citogenetica classica e molecolare. Analisi genetica delle popolazioni. Fattori e meccanismi evolutivi.



- **IGIENE (035FF)**

- **Obiettivi Formativi**

- : Il corso si propone di fornire conoscenze utili per l'attività del biologo nella prevenzione primaria e promozione della salute umana, nella tutela della salubrità e qualità di ambienti e prodotti. Il corso prende in esame le metodologie di misura della salute e delle malattie nella collettività, la metodologia epidemiologica, le relazioni fra ambiente e salute, l'epidemiologia e la profilassi delle malattie infettive e non infettive, l'impiego degli indicatori come strumenti di valutazione della qualità e sicurezza ambientale ed alimentare, la principale legislazione su problemi di sanità pubblica ed i fondamenti dell'analisi del rischio.

- **IMMUNOLOGIA E TECNICHE IMMUNOLOGICHE (334FF)**

- **Obiettivi Formativi**

- Il corso sarà strutturato in due aree, quella dell'eziologia generale, nella quale saranno descritti i principali agenti patogeni e le loro modalità di interazione con l'organismo, e quella dell'immunologia, nella quale gli studenti avranno modo di apprezzare i livelli più elevati di riconoscimento ed interazione con gli agenti biologici patogeni. Conoscenza di: nomenclatura medica di base, natura delle malattie, relazione fra ambiente e stato di salute, natura e meccanismi di azione degli agenti patogeni, elementi costitutivi, struttura e funzione del sistema immunitario, acquisizione delle abilità di base nell'uso di strumenti e metodologie analitiche e diagnostiche forniti dall'immunologia.

- **INTRODUZIONE ALLA BIODIVERSITÀ DIGITALE (441EE)**

- **Obiettivi Formativi**

- Contenuti: modelli logici di biodiversità tassonomica e relative fonti di dati digitalizzati; principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; lessico tecnico della biodiversità digitale. Risultati attesi: gli studenti acquisiranno le conoscenze di base per 1) elaborare modelli logici di biodiversità tassonomica, con particolare attenzione alla tassonomia vegetale; 2) valutare le fonti di dati digitalizzati già disponibili; 3) usare correttamente le principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; 4) relazionarsi efficacemente con specialisti di database ed esperti di biodiversità digitale. Scopo del Corso nell'ambito del Corso di Laurea: ampliare le competenze più propriamente biologiche relative alla biodiversità, fornite da altri insegnamenti del Corso di Laurea, verso il settore della biodiversity informatics.

- **METODOLOGIE BIOCHIMICHE (123EE)**

- **Obiettivi Formativi**

- Il corso si propone di fornire le conoscenze di base ed operative nelle metodiche biochimiche fondamentali quali: la centrifugazione, i sistemi di analisi cromatografica compresa la cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC), i sistemi di elettroforesi discontinua, bidimensionale e capillare, la spettrofotometria e spettrofotometria differenziale nell'UV e nel visibile. Inoltre verranno descritte e mostrate tecniche radiochimiche, tecniche immunochimiche e tecniche di purificazione delle proteine.

- **MICROBIOLOGIA (084EE)**

- **Obiettivi Formativi**

- Studio dell'organizzazione cellulare e molecolare dei microrganismi. Fisiologia, metabolismo e crescita microbica e parametri ambientali che la influenzano. Interazione microrganismi-ospite. Apprendimento pratico dell'isolamento ed identificazione di microrganismi e valutazione della loro suscettibilità ad agenti antimicrobici. Tappe storiche e metodologie che hanno reso possibile lo sviluppo della microbiologia. La diversità del mondo microbico: studio dell'organizzazione cellulare e molecolare dei principali gruppi di Archa, Eubacteria, Virus e Miceti. Nutrizione, metabolismo e crescita microbica negli ambienti naturali. Adattamento, inattivazione e sistemi di regolazione globale nei microrganismi. Genetica microbica. Virulenza e patogenicità microbica e la risposta dell'ospite. Ecologia microbica: associazioni microbiche simbiotiche tra batteri piante, animali ed uomo.

- **MORFOMETRIA GEOMETRICA (558EE)**

- **Obiettivi Formativi**

- Il corso ha le finalità di introdurre gli studenti alle nozioni base della morfometria, intesa come lo studio

quantitativo delle forme biologiche. La morfometria geometrica è un approccio innovativo allo studio sia quantitativo sia qualitativo della variabilità morfologica in biologia. I metodi della morfometria geometrica sono stati sviluppati inizialmente per lo studio dei reperti fossili umani, ma oggi trovano ampia applicazione, oltre che in antropologia, anche in zoologia e in botanica. Il principale obiettivo formativo del corso è quello di fornire una solida conoscenza della morfometria tradizionale e geometrica. Nelle attività di laboratorio gli studenti applicheranno i metodi di morfometria geometrica a casi-studio di interesse biologico. Syllabus: Introduzione alla morfometria; perché e come comparare le forme biologiche; acquisizione dei landmark; taglia e forma; variazioni di forma; stima dei dati mancanti con applicazioni sui reperti fossili umani; simmetria e asimmetria delle forme biologiche; modularità e integrazione; metodi filogenetici comparativi.

- **MUTAGENESI AMBIENTALE (109EE)**

**Obiettivi Formativi**

La presente attività formativa si propone l'obiettivo di fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principali settori della tossicologia del materiale genetico (mutagenesi) e al rischio ambientale per l'uomo. Vengono inoltre illustrate le metodiche principali per l'identificazione degli agenti tossici e mutageni e per la comprensione dei loro meccanismi di azione. Il corso viene suddiviso in 32 ore di lezioni frontali e in 16 ore di esercitazioni pratiche di laboratorio. Durante le lezioni frontali verranno svolti 16 argomenti di base di seguito riportati: 1. Introduzione al corso: ambiente, tossicologia e mutagenesi 2. La mutazione genica 3. La mutazione cromosomica 4. I mutageni fisici 5. Mutageni chimici, metabolismo, bioattivazione degli xenobiotici 6. Integrità del genoma: la riparazione del DNA 7. Mutazione somatica e cancro 8. Test di mutazione genica nei batteri (test di Ames) 9. I lieviti: test genetici 10. Test in vitro. Citogenetica e analisi in metafase 11. Citogenetica e analisi in interfase. Citogenetica molecolare (FISH) 12. Test di danno precoce al DNA: saggio dei foci gamma-H2AX 13. Monitoraggio di ambienti acquatici 13. Monitoraggio dell'aria 15. Biomonitoraggio di popolazioni umane 16. Test di mutazione in cellule germinali Le 2 esercitazioni pratiche di laboratorio si svolgeranno in 4 giorni differenti (4 ore al giorno) e riguarderanno alcune delle metodiche proposte per l'analisi del potenziale mutageno di agenti fisici o chimici di interesse ambientale.

- **PROTISTOLOGIA (337EE)**

**Obiettivi Formativi**

Le finalità del corso — articolato in lezioni ed attività di laboratorio — sono quelle di fornire le conoscenze di base, le logiche di vita e le caratteristiche biologiche dei rappresentanti del primo grande salto evolutivo nella storia degli esseri viventi, i protisti, e di fornire una panoramica delle principali applicazioni di tali microorganismi come uno degli strumenti di indagine più sofisticati e complessi nella loro duplice natura di cellula eucariotica e di individuo. Saranno presentati alcuni temi-chiave della biologia dei protisti, che li rendono non solo organismi assolutamente unici nella loro natura essenziale, ma anche strumenti incredibilmente versatili ed affidabili nelle più diverse sperimentazioni scientifiche, sia di base (come la biologia molecolare, la biologia cellulare, l'elettrofisiologia, la biologia organismica, l'etologia, la biologia evoluzionistica), che applicata (la parassitologia, la ricerca di mutanti capaci di metabolizzare o neutralizzare sostanze inquinanti, il biomonitoraggio). L'inquadramento e la funzione nella biosfera dei diversi taxa di protisti saranno seguiti da alcune descrizioni di rappresentanti di tale raggruppamento. Le esercitazioni di laboratorio, oltre a fornire i mezzi necessari ad acquisire familiarità con il metodo scientifico sperimentale sui sistemi biologici considerati, hanno la finalità di far conoscere, mediante sperimentazioni pratiche, le tecniche fondamentali nei vari campi della Protistologia. A partire dal campionamento e isolamento di rappresentanti dei vari taxa di protisti, verranno ricercate e applicate le diverse tecniche per il loro mantenimento in coltura. Seguirà una fase di identificazione dei protisti, avvalendosi di tecniche morfologiche e genetico-molecolari, per garantire affidabilità all'identificazione del sistema organismico.

- **SUPERAMENTO DEBITO DI MATEMATICA (LAUREA TRIENNALE - DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA) (BIO01)**

- **TEORIE E PROCESSI DELL'EVOLUZIONE (484EE)**

#### **Obiettivi Formativi**

Il corso fornisce gli strumenti per interpretare l'attuale diversità dei viventi, uomo compreso, in chiave evolutiva. Attraverso lezioni partecipate e attività seminariali gli studenti conosceranno le trasformazioni storiche del pensiero evolutivo, dai primi impianti teorici ai più recenti sviluppi, maturando la capacità di valutare la complessità di forme e processi con cui si esprime l'interazione tra organismi viventi e ambiente alla luce di tali teorie. Al termine del corso si acquisiranno i fondamenti concettuali e terminologici per comprendere i dibattiti scientifici in tema di evoluzione dei viventi così come la capacità di leggere o ri-leggere in una prospettiva evolutiva gli argomenti trattati negli altri corsi.

- **VIROLOGIA GENERALE E MOLECOLARE (310FF)**

#### **Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di descrivere i principali meccanismi molecolari e biologici alla base della replicazione dei virus nelle cellule, della loro persistenza e degli effetti della replicazione virale sulle cellule. Saranno descritti i meccanismi molecolari e cellulari di resistenza alle infezioni e di eliminazione dei virus, le modalità di trasmissione e di ingresso dei virus nell'ospite, il processo infettivo e i meccanismi che portano allo sviluppo delle malattie. Saranno inoltre illustrati i fattori dell'ospite che influenzano resistenza e suscettibilità all'infezione e descritto il decorso delle malattie stesse. Sono infine descritti principi e strategie di terapia e vaccinazione antivirale. Acquisite le conoscenze di base, il corso sarà dedicato all'approfondimento dei meccanismi molecolari e patogenetici dei principali virus di interesse medico e dei virus utilizzati nelle biotecnologie, nello sviluppo di farmaci e nella terapia genica. Saranno descritte le strategie per lo sviluppo e la costruzione di vettori virali e loro potenzialità, rischi e applicazioni nella medicina molecolare e personalizzata.

### **3° Anno (anno accademico 2027/2028)**

- **ALBERI E ARBUSTI DELLA FLORA ITALIANA (436EE)**

#### **Obiettivi Formativi**

Il corso avrà un taglio molto pratico e sarà volto al riconoscimento delle principali specie arboree e arbustive della nostra flora, con un'attenzione particolare alle specie native presenti in Toscana e a quelle endemiche italiane. Saranno previste un paio di uscite sul campo.

- **ANATOMIA COMPARATA (061EE)**

#### **Obiettivi Formativi**

L'anatomia comparata prende in esame l'esito dei processi evolutivi ed adattativi che hanno luogo durante la Filogenesi dei Vertebrati con l'obiettivo finale di avere una base per la comprensione dei dati fondamentali dell'Anatomia di questo gruppo sistematico naturale. Innovazioni ed origine dei Vertebrati. Filogenesi del gruppo. Tegumento. Scheletro craniale e sua evoluzione; scheletro post-craniale: assile ed appendicolare, adattamenti evolutivi. Sistema nervoso centrale e periferico; evoluzione del midollo spinale e dell'encefalo. Morfogenesi ed adattamenti del sistema circolatorio e del sistema urogenitale.

- **ANATOMIA UMANA (062EE)**

#### **Obiettivi Formativi**

Lo scopo del corso è quello di fornire le fondamentali nozioni concernenti la morfologia macroscopica e microscopica del sistema nervoso e degli organi di senso specializzati. Inoltre, degli apparati locomotore, vascolare, immunitario, digerente, respiratorio, urogenitale ed endocrino. Particolare enfasi verrà data alla conformazione strutturale ed ultrastrutturale degli organi ed alle loro caratteristiche morfofunzionali.

- **ANTROPOLOGIA BIOLOGICA (505EE)**

#### **Obiettivi Formativi**

Lo studente che completerà il corso sarà in grado di dimostrare una solida conoscenza delle principali tematiche relative ai processi dell'evoluzione naturale e della selezione naturale, incluso la capacità di discutere su fitness evolutiva, adattamento, ereditabilità dei caratteri e genetica delle popolazioni. Lo studente sarà anche in grado di discutere sulla diversità, l'evoluzione, l'ecologia e il comportamento de i

primati non umani e fare considerazioni su come conoscenze su queste specie possono aumentare la nostra conoscenza dell'Uomo. Lo studente sarà anche in grado di delineare l'evoluzione morfologica e tecnologica degli ominini dai primi antenati che abitavano nella foresta fino ai Neanderthal e all'uomo moderno. Infine, lo studente apprenderà come una visione evolutiva può aumentare la nostra comprensione della diversità genetica, fenotipica e culturale dell'uomo.

- **BIOCHIMICA SPERIMENTALE 1 (065EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso di Biochimica sperimentale 1 è da intendersi personalizzato per ciascun studente al quale verrà assegnato, previo colloquio con il responsabile del corso, un problema sperimentale che prevede una fase di indagine bibliografica, una fase di acquisizione metodologica ed infine una fase di soluzione o tentativo di soluzione dell'obiettivo sperimentale. Gli studenti svolgeranno il proprio lavoro definendo essi stessi giorni e orari di attività, purché gli stessi si identifichino con il normale orario di attività della struttura dipartimentale e che comunque verranno concordati con il personale docente e ricercatore della struttura

- **BIOLOGIA DEI PROTISTI A VITA LIBERA (067EE)**

**Obiettivi Formativi**

Generalità, sistematica, etologia ed ecologia dei Protisti a vita libera. Far conoscere meglio il mondo anti-intuitivo dei Protisti a vita libera

- **CICLI DI SEMINARI IN BIODIVERSITÀ, ECOLOGIA, EVOLUZIONE (309EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso, organizzato in seminari di una o due ore, ha lo scopo di fornire agli studenti una panoramica sull'attività di ricerca nell'ambito degli studi sulla biodiversità, l'ecologia e l'evoluzione che vengono condotti in particolare presso l'Ateneo di Pisa. I seminari potranno anche spaziare su argomenti metodologici, applicativi, gestionali, legislativi o su come si struttura un seminario o un lavoro scientifico (metaseminari).

- **ECOLOGIA APPLICATA (074EE)**

**Obiettivi Formativi**

Obiettivi formativi del corso sono quelli di fornire solide basi di conoscenza di ecologia applicata con particolare riguardo allo studio della natura, degli effetti e del monitoraggio delle principali forme di inquinamento nei tre comparti (atmosferico, acquatico e terrestre). Inquinamento, definizione e classificazione. Inquinanti biodegradabili e non. Principali sostanze inquinanti. Atmosfera, Acqua, Suolo: origine, diffusione e natura degli inquinanti. Monitoraggio degli inquinanti: variabili territoriali utilizzabili nel controllo complessivo della qualità ambientale. Analisi chimica e analisi biologica. Gli indicatori biologici. Gli indicatori biologici nel monitoraggio dell'inquinamento atmosferico e acquatico. Tecniche di Valutazione di Impatto Ambientale: scopo della VIA, modalità di applicazione, procedura amministrativa e legislazione italiana vigente. Metodi dello studio di impatto ambientale (SIA): liste di controllo, sovrapposizione di carte tematiche, matrici e reti, sistema dei grafi.

- **ECOLOGIA DEI PROTISTI (075EE)**

**Obiettivi Formativi**

Obiettivo formativo del corso di "Ecologia dei Protisti" è quello di fornire una solida conoscenza della diversità biologica dei protisti, nozioni fondamentali sui principali gruppi tassonomici di protisti e sul ruolo dei protisti in ambienti naturali ed antropici. Scopo del corso è anche quello di fornire i principali strumenti conoscitivi indispensabili per la caratterizzazione dei protisti e per il loro utilizzo come bioindicatori. Il corso tratta le caratteristiche peculiari dei protisti legate alla loro origine, evoluzione e diversificazione. I principali gruppi tassonomici di protisti sono descritti in funzione della loro posizione filogenetica e del loro ruolo ambientale. Inoltre sono illustrate sia le caratteristiche distintive di questi organismi che influenzano particolarmente la loro ecologia, sia il loro ruolo nell'ambiente in relazione a fattori biotici ed abiotici e le comunità di protisti tipiche dei diversi ambienti naturali (marino, dulciacquicolo, terrestre). Viene inoltre trattato l'utilizzo dei protisti nell'ecologia applicata come indicatori biologici. Le attività di laboratorio prevedono il trattamento teorico e la sperimentazione diretta delle principali tecniche utilizzate per la caratterizzazione dei protisti nell'ambiente.

- ENTOMOLOGIA (076EE)

**Obiettivi Formativi**

Il corso ha lo scopo di fornire una introduzione alla morfologia e fisiologia degli insetti e alla loro sistematica. Agli studenti saranno proposti gli elementi di base per una discussione sul significato del grande successo evolutivo degli insetti e sulla loro importanza per l'uomo. Si danno per acquisiti i concetti di base che riguardano gli organismi viventi. Il metodo di studio da seguire sarà quello scientifico e pertanto sarà stimolata ed esaltata la capacità di osservazione, di critica e di porre domande.

- ENZIMOLOGIA (269EE)

**Obiettivi Formativi**

L'obiettivo del corso è quello di fornire allo studente una solida base di conoscenze della catalisi enzimatica tale da metterlo in condizione di affrontare lo studio di caratterizzazione di un enzima ed analizzare il suo comportamento sia a livello di funzione enzimatica cellulare sia nell'affrontare problematiche connesse all'uso degli enzimi in campo applicativo. Allo studio delle caratteristiche generali degli enzimi e del loro meccanismo d'azione, si affianca l'analisi cinetica di reazioni enzimatiche a diverso grado di complessità, nonché lo studio di fattori influenti sulle proprietà catalitiche e quindi sul controllo dell'attività enzimatica.

- ETOLOGIA (079EE)

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire conoscenze sui processi alla base del comportamento animale, illustrando i principi e i concetti fondamentali dell'etologia (ad es. la motivazione, gli stimoli, la comunicazione i sistemi di apprendimento). Verranno inoltre discussi alcuni fenomeni comportamentali più specifici come le forme di socialità degli animali, l'orientamento e il comportamento dell'uomo.

- EVOLUZIONE DELLE INTERAZIONI BIOTICHE (335EE)

- FARMACOLOGIA GENERALE (336EE)

**Obiettivi Formativi**

Il corso è finalizzato a fornire conoscenze di farmacologia generale con una introduzione alle principali tipologie di nuovi farmaci consentiti dalle biotecnologie e alle loro caratteristiche distintive rispetto ai farmaci classici.

- FISIOLOGIA GENERALE (080EE)

**Obiettivi Formativi**

Lo scopo del corso è di descrivere i meccanismi fondamentali della fisiologia animale. L'organizzazione del corso si basa su tre tematiche: la prima parte è dedicata alla fisiologia cellulare di base; la seconda parte analizza le funzioni coordinate dell'organismo; la terza parte tratta i meccanismi integrativi coinvolti nell'omeostasi dell'ambiente interno. Conoscenza di: Fondamenti fisiologici dei processi cellulari; Ruolo di organi e apparati nelle funzioni integrate; Interazioni fra organismo ed ambiente e meccanismi omeostatici. Competenze metodologiche nel saper applicare relazioni quantitative all'analisi dei processi fisiologici, saper apprezzare i rapporti di scala fra i vari livelli di organizzazione della materia vivente.

- FISIOLOGIA VEGETALE (081EE)

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire le conoscenze dei meccanismi fisiologici alla base della vita delle piante, utilizzando le conoscenze acquisite dagli studenti nei corsi di Botanica, Chimica inorganica, Chimica organica e Biochimica. Alcuni argomenti del corso sono trattati con un certo grado di approfondimento, mentre altri sono trattati in modo introduttivo per essere sviluppati nei corsi delle lauree magistrali. Il corso parte dallo studio dei differenti ruoli dell'acqua nei vegetali per trattare la fotosintesi, gli ormoni e la regolazione della fioritura. Alla fine del corso lo studente dovrà possedere le conoscenze di base per la comprensione dei processi molecolari e delle funzioni delle piante superiori e degli aspetti principali della loro crescita e sviluppo.

- IGIENE (035FF)

- Obiettivi Formativi**

- : Il corso si propone di fornire conoscenze utili per l'attività del biologo nella prevenzione primaria e promozione della salute umana, nella tutela della salubrità e qualità di ambienti e prodotti. Il corso prende in esame le metodologie di misura della salute e delle malattie nella collettività, la metodologia epidemiologica, le relazioni fra ambiente e salute, l'epidemiologia e la profilassi delle malattie infettive e non infettive, l'impiego degli indicatori come strumenti di valutazione della qualità e sicurezza ambientale ed alimentare, la principale legislazione su problemi di sanità pubblica ed i fondamenti dell'analisi del rischio.

- IMMUNOLOGIA E TECNICHE IMMUNOLOGICHE (334FF)

- Obiettivi Formativi**

- Il corso sarà strutturato in due aree, quella dell'eziologia generale, nella quale saranno descritti i principali agenti patogeni e le loro modalità di interazione con l'organismo, e quella dell'immunologia, nella quale gli studenti avranno modo di apprezzare i livelli più elevati di riconoscimento ed interazione con gli agenti biologici patogeni. Conoscenza di: nomenclatura medica di base, natura delle malattie, relazione fra ambiente e stato di salute, natura e meccanismi di azione degli agenti patogeni, elementi costitutivi, struttura e funzione del sistema immunitario, acquisizione delle abilità di base nell'uso di strumenti e metodologie analitiche e diagnostiche forniti dall'immunologia.

- INTRODUZIONE ALLA BIODIVERSITÀ DIGITALE (441EE)

- Obiettivi Formativi**

- Contenuti: modelli logici di biodiversità tassonomica e relative fonti di dati digitalizzati; principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; lessico tecnico della biodiversità digitale. Risultati attesi: gli studenti acquisiranno le conoscenze di base per 1) elaborare modelli logici di biodiversità tassonomica, con particolare attenzione alla tassonomia vegetale; 2) valutare le fonti di dati digitalizzati già disponibili; 3) usare correttamente le principali piattaforme informatiche di archiviazione e gestione dei dati di biodiversità; 4) relazionarsi efficacemente con specialisti di database ed esperti di biodiversità digitale. Scopo del Corso nell'ambito del Corso di Laurea: ampliare le competenze più propriamente biologiche relative alla biodiversità, fornite da altri insegnamenti del Corso di Laurea, verso il settore della biodiversity informatics.

- LABORATORIO DI BIOLOGIA SPERIMENTALE (083EE)

- Obiettivi Formativi**

- La finalità di questo corso è quella di consentire allo studente di costruire un suo proprio piccolo curriculum di specializzazione teorico pratico usufruendo opportunamente e secondo i suoi interessi, degli indirizzi suggeriti dal corso di studio, dei crediti a scelta e del laboratorio dove svolgere la parte pratica. Ha quindi per obiettivo l'acquisizione di metodologie sperimentali e non prevede il raggiungimento da parte dello studente di risultati individuali specifici. La responsabilità dell'organizzazione del corso ricade sulla presidenza del Consiglio di Corso di Laurea; è prevista la frequentazione attiva di un laboratorio di ricerca sotto la tutela di un docente o ricercatore del consiglio di corso di laurea. Il laboratorio può essere frequentato nel secondo semestre del secondo anno ovvero nel primo o nel secondo semestre del terzo. Gli studenti verranno affidati ai docenti e ricercatori afferenti al cdl in ragione di massimo 2 per ogni semestre per docente sentito il gradimento degli studenti stessi. Un docente può, sentito lo studente e sotto la propria responsabilità, inviare studenti a laboratori del CNR o altro ente convenzionato in cui si svolge attività sperimentale in campo biologico.

- METODOLOGIE BIOCHIMICHE (123EE)

- Obiettivi Formativi**

- Il corso si propone di fornire le conoscenze di base ed operative nelle metodiche biochimiche fondamentali quali: la centrifugazione, i sistemi di analisi cromatografica compresa la cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC), i sistemi di elettroforesi discontinua, bidimensionale e capillare, la spettrofotometria e spettrofotometria differenziale nell'UV e nel visibile. Inoltre verranno descritte e mostrate tecniche radiochimiche, tecniche immunochimiche e tecniche di purificazione delle proteine.

- MORFOMETRIA GEOMETRICA (558EE)

**Obiettivi Formativi**

Il corso ha le finalità di introdurre gli studenti alle nozioni base della morfometria, intesa come lo studio quantitativo delle forme biologiche. La morfometria geometrica è un approccio innovativo allo studio sia quantitativo sia qualitativo della variabilità morfologica in biologia. I metodi della morfometria geometrica sono stati sviluppati inizialmente per lo studio dei reperti fossili umani, ma oggi trovano ampia applicazione, oltre che in antropologia, anche in zoologia e in botanica. Il principale obiettivo formativo del corso è quello di fornire una solida conoscenza della morfometria tradizionale e geometrica. Nelle attività di laboratorio gli studenti applicheranno i metodi di morfometria geometrica a casi-studio di interesse biologico. Syllabus: Introduzione alla morfometria; perché e come comparare le forme biologiche; acquisizione dei landmark; taglia e forma; variazioni di forma; stima dei dati mancanti con applicazioni sui reperti fossili umani; simmetria e asimmetria delle forme biologiche; modularità e integrazione; metodi filogenetici comparativi.

- MUTAGENESI AMBIENTALE (109EE)

**Obiettivi Formativi**

La presente attività formativa si propone l'obiettivo di fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principali settori della tossicologia del materiale genetico (mutagenesi) e al rischio ambientale per l'uomo. Vengono inoltre illustrate le metodiche principali per l'identificazione degli agenti tossici e mutageni e per la comprensione dei loro meccanismi di azione. Il corso viene suddiviso in 32 ore di lezioni frontali e in 16 ore di esercitazioni pratiche di laboratorio. Durante le lezioni frontali verranno svolti 16 argomenti di base di seguito riportati: 1. Introduzione al corso: ambiente, tossicologia e mutagenesi 2. La mutazione genica 3. La mutazione cromosomica 4. I mutageni fisici 5. Mutageni chimici, metabolismo, bioattivazione degli xenobiotici 6. Integrità del genoma: la riparazione del DNA 7. Mutazione somatica e cancro 8. Test di mutazione genica nei batteri (test di Ames) 9. I lieviti: test genetici 10. Test in vitro. Citogenetica e analisi in metafase 11. Citogenetica e analisi in interfase. Citogenetica molecolare (FISH) 12. Test di danno precoce al DNA: saggio dei foci gamma-H2AX 13. Monitoraggio di ambienti acquatici 14. Monitoraggio dell'aria 15. Biomonitoraggio di popolazioni umane 16. Test di mutazione in cellule germinali. Le 2 esercitazioni pratiche di laboratorio si svolgeranno in 4 giorni differenti (4 ore al giorno) e riguarderanno alcune delle metodiche proposte per l'analisi del potenziale mutageno di agenti fisici o chimici di interesse ambientale.

- PROTISTOLOGIA (337EE)

**Obiettivi Formativi**

Le finalità del corso — articolato in lezioni ed attività di laboratorio — sono quelle di fornire le conoscenze di base, le logiche di vita e le caratteristiche biologiche dei rappresentanti del primo grande salto evolutivo nella storia degli esseri viventi, i protisti, e di fornire una panoramica delle principali applicazioni di tali microorganismi come uno degli strumenti di indagine più sofisticati e complessi nella loro duplice natura di cellula eucariotica e di individuo. Saranno presentati alcuni temi-chiave della biologia dei protisti, che li rendono non solo organismi assolutamente unici nella loro natura essenziale, ma anche strumenti incredibilmente versatili ed affidabili nelle più diverse sperimentazioni scientifiche, sia di base (come la biologia molecolare, la biologia cellulare, l'elettrofisiologia, la biologia organismica, l'etologia, la biologia evoluzionistica), che applicata (la parassitologia, la ricerca di mutanti capaci di metabolizzare o neutralizzare sostanze inquinanti, il biomonitoraggio). L'inquadramento e la funzione nella biosfera dei diversi taxa di protisti saranno seguiti da alcune descrizioni di rappresentanti di tale raggruppamento. Le esercitazioni di laboratorio, oltre a fornire i mezzi necessari ad acquisire familiarità con il metodo scientifico sperimentale sui sistemi biologici considerati, hanno la finalità di far conoscere, mediante sperimentazioni pratiche, le tecniche fondamentali nei vari campi della Protistologia. A partire dal campionamento e isolamento di rappresentanti dei vari taxa di protisti, verranno ricercate e applicate le diverse tecniche per il loro mantenimento in coltura. Seguirà una fase di identificazione dei protisti, avvalendosi di tecniche morfologiche e genetico-molecolari, per garantire affidabilità all'identificazione del sistema organismico.

- PROVA FINALE SCIENZE BIOLOGICHE (2347Z)

#### **Obiettivi Formativi**

La prova finale prevede la stesura di una relazione scritta su un argomento proposto dal tutore in cui si considerano aspetti teorici o metodologici presenti nella letteratura scientifica internazionale.

- SUPERAMENTO DEBITO DI MATEMATICA (LAUREA TRIENNALE - DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA) (BIO01)

- TEORIE E PROCESSI DELL'EVOLUZIONE (484EE)

#### **Obiettivi Formativi**

Il corso fornisce gli strumenti per interpretare l'attuale diversità dei viventi, uomo compreso, in chiave evolutiva. Attraverso lezioni partecipate e attività seminariali gli studenti conosceranno le trasformazioni storiche del pensiero evolutivo, dai primi impianti teorici ai più recenti sviluppi, maturando la capacità di valutare la complessità di forme e processi con cui si esprime l'interazione tra organismi viventi e ambiente alla luce di tali teorie. Al termine del corso si acquisiranno i fondamenti concettuali e terminologici per comprendere i dibattiti scientifici in tema di evoluzione dei viventi così come la capacità di leggere o ri-leggere in una prospettiva evolutiva gli argomenti trattati negli altri corsi.

- VIROLOGIA GENERALE E MOLECOLARE (310FF)

#### **Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di descrivere i principali meccanismi molecolari e biologici alla base della replicazione dei virus nelle cellule, della loro persistenza e degli effetti della replicazione virale sulle cellule. Saranno descritti i meccanismi molecolari e cellulari di resistenza alle infezioni e di eliminazione dei virus, le modalità di trasmissione e di ingresso dei virus nell'ospite, il processo infettivo e i meccanismi che portano allo sviluppo delle malattie. Saranno inoltre illustrati i fattori dell'ospite che influenzano resistenza e suscettibilità all'infezione e descritto il decorso delle malattie stesse. Sono infine descritti principi e strategie di terapia e vaccinazione antivirale. Acquisite le conoscenze di base, il corso sarà dedicato all'approfondimento dei meccanismi molecolari e patogenetici dei principali virus di interesse medico e dei virus utilizzati nelle biotecnologie, nello sviluppo di farmaci e nella terapia genica. Saranno descritte le strategie per lo sviluppo e la costruzione di vettori virali e loro potenzialità, rischi e applicazioni nella medicina molecolare e personalizzata.

### **Anno di corso non specificato**

- EDITORIA DIGITALE - SAI@UNIFI.IT (003SA)
- TECNICHE E STRUMENTI PER LA COMUNICAZIONE DIGITALE - SAI@UNIFI.IT (002SA)
- TECNICHE E STRUMENTI PER LA GESTIONE E L'ANALISI DEI DATI - SAI@UNIFI.IT (001SA)

#### **Obiettivi Formativi**

Fornire le conoscenze e le competenze necessarie al trattamento delle informazioni attraverso la presentazione di strumenti informatici idonei e di esercitazioni pratiche. L'acquisizione di tali abilità certificate potrà avvenire attraverso il superamento del modulo di Gestione e Analisi dei Dati (CFU 3) offerto dall'Università di Pisa nell'ambito del progetto SAI@UNIFI con apprendimento autonomo in e-learning o in alternativa la certificazione ECDL START.