

# Corso di Laurea in Scienze Ambientali e Naturali

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

### *Esperto in valutazione di rischio, impatto e sostenibilità ambientale*

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

I laureati nei corsi di laurea magistrale devono:

- essere in grado di analizzare, controllare e gestire realtà ambientali complesse;
- avere una solida preparazione culturale a indirizzo sistemico rivolta all'ambiente e una buona padronanza del metodo scientifico;
- avere la capacità di individuare, valutare e gestire le interazioni tra le componenti dei sistemi e tra i diversi fattori che determinano processi e problemi ambientali;
- conoscere e saper sviluppare metodi e tecniche d'indagine del territorio e di analisi dei dati, che permettano anche l'integrazione a differente scala;
- conoscere le metodologie e utilizzare le tecnologie di prevenzione, di disinquinamento e bonifica, nonché per la protezione dell'uomo e dell'ambiente;
- saper affrontare i problemi legati al monitoraggio, controllo e gestione dell'ambiente e del territorio, valutati secondo i criteri della sostenibilità e dell'etica ambientale;
- avere competenze per la valutazione delle risorse e degli impatti ambientali, anche attraverso la formulazione di modelli e l'impiego di strumenti concettuali e metodologici forniti dall'economia, dal diritto e dalla pianificazione ambientale.
- possedere la padronanza scritta e orale di almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'italiano.

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

I principali sbocchi professionali previsti dai corsi di laurea magistrale della classe sono attività riguardanti:

- l'analisi e la gestione delle risorse ambientali, dei sistemi ambientali e del territorio;
- gli interventi sulla produzione di beni e servizi finalizzati al miglioramento della qualità ambientale;
- la valutazione della qualità dell'ambiente;
- la pianificazione di attività orientate allo sviluppo sostenibile;
- la promozione e il coordinamento di iniziative per orientare politiche ambientali e per concorrere alla formazione di un consenso critico e propositivo dei cittadini alla soluzione dei problemi posti dal territorio.
- la progettazione e la gestione degli interventi di risanamento, di monitoraggio e di controllo ambientale promossi dalla pubblica amministrazione, dai sistemi produttivi e dai soggetti privati;
- la realizzazione e la valutazione di studi di impatto ambientale, di valutazione strategica e di rischio ambientale, nonché della sicurezza e delle attività correlate;
- l'analisi e il controllo degli inquinanti e la gestione degli impianti dedicati al loro trattamento;
- la realizzazione e la certificazione di sistemi di gestione ambientale;

- la diffusione di una cultura ambientale attraverso attività di educazione e divulgazione.

### **Sbocchi occupazionali:**

La Laurea Magistrale in Ecotossicologia e Sostenibilità Ambientale è in grado di formare laureati magistrali con una preparazione teorica e pratica tale che possano essere inseriti in diverse realtà occupazionali, nazionali ed internazionali, quali:

- 1) strutture di ricerca pubbliche e private;
- 2) strutture pubbliche preposte al controllo ed alla gestione della qualità ambientale, alla conservazione della biodiversità, della natura e del territorio (e.g. Ministero dell'Ambiente, Amministrazioni Regionali e Provinciali);
- 3) agenzie specifiche (e.g. ISPRA, agenzie regionali e provinciali, CPS&Q, ECHA);
- 4) strutture private nei settori di controllo delle emissioni, degli effluenti e dei residui;
- 5) studi professionali di gestione, analisi e valutazione di impatto ambientale, analisi e valutazione di rischio ambientale, pianificazione territoriale;
- 6) industria chimica, farmaceutica, minero-metallurgica, siderurgica, per la produzione dell'energia, quale ecotossicologo, esperto in LCA.

Gli sbocchi occupazionali sono previsti in aumento nel prossimo futuro sia per l'approvazione del regolamento (CE) n. 1907/2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH) che per la crescente necessità di esperti (ecotossicologi) per la gestione dei rischi derivanti da sostanze "chimiche industriali", gestione delle risorse naturali e dei sistemi naturali, pianificazione dell'uso del territorio, gestione del traffico veicolare, tanto per citare alcuni esempi, aspetti sanciti non solo dalla vigente normativa nazionale e/o comunitaria, ma anche dalla crescente necessità di ottemperare a protocolli e convenzioni internazionali. Il laureato magistrale potrà avere anche ulteriori sbocchi professionali nell'ambito dell'insegnamento superiore, universitario e nella comunicazione e divulgazione scientifica.

Per quanto riguarda l'accesso alle professioni (DPR 328/01 del 05.06.2001, GU del 17.08.2001) la laurea magistrale in Ecotossicologia e Sostenibilità Ambientale, permette, previo superamento del prescritto esame di stato, l'iscrizione all'Albo dei Biologi ed all'Albo dei Geologi. Prospettive di impiego per questi laureati sono presenti sia nel settore pubblico, sia in quello privato con compiti tecnico-operativi rivolti alle componenti e ai sistemi ambientali.

### **Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)**

Biologi e professioni assimilate - (2.3.1.1.1)

Ecologi - (2.3.1.1.7)

Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze chimiche e farmaceutiche - (2.6.2.1.3)

Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze della terra - (2.6.2.1.4)

Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze biologiche - (2.6.2.2.1)

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

È richiesta una formazione di base nelle discipline matematiche, fisiche e chimiche e un'adeguata conoscenza in quelle biologiche ed ecologiche. I requisiti curriculari necessari per l'ammissione al Corso di Laurea Magistrale in Ecotossicologia e Sostenibilità Ambientale, la quantificazione dei relativi CFU minimi, nonché le modalità di verifica dell'adeguatezza della personale preparazione, saranno esplicitati nel Regolamento Didattico del CdS.

### **Modalità di ammissione**

Le modalità di accesso ai cds dell'Ateneo sono regolamentate nell'Atto di indirizzo in materia di Offerta Formativa a.a.2022/23, consultabile alla pagina <https://www.unisi.it/ateneo/statuto-e-regolamenti/atti-di-indirizzo>

Link : <https://ecotossicologia-ambiente.unisi.it/it/il-corso/requisiti-curriculari> ( Requisiti curriculari per l'ammissione al Corso di Laurea Magistrale )

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

Il corso di laurea magistrale in Ecotossicologia e Sostenibilità Ambientale nasce da esigenze sia culturali che formative, legate a tematiche che stanno sempre più emergendo come determinanti per la vita dell'uomo nel futuro. L'obiettivo principale del corso è quello di fornire allo studente approfondite conoscenze nei campi dell'ecotossicologia e delle analisi di sostenibilità e gestione ambientale. La sostenibilità delle azioni umane è valutabile a partire da due punti di vista: il primo che va nella direzione di rendere sempre più rinnovabili le risorse utilizzate, il secondo che mira alla minimizzazione degli effetti sull'ambiente delle azioni umane. Lo studente dovrà quindi seguire un

percorso che, a partire dallo studio dei cicli naturali, lo porterà allo studio dei principi e dei metodi di valutazione del livello di sostenibilità di processi e di sistemi. Un ruolo rilevante in questo senso è rivestito da tutte quelle analisi di tipo ecotossicologico che mirano allo studio del destino dei vari composti chimici immessi in ambiente e, in generale, all'analisi di rischio. Lo studente dovrà inoltre conseguire conoscenze nella direzione delle certificazioni internazionali in campo ambientale e del sistema REACH. Questi aspetti innovativi trovano nella laurea magistrale ESA un'unicità di offerta formativa di elevato valore scientifico e di contenuto innovativo sia a livello nazionale che internazionale. Il corso di laurea magistrale in Ecotossicologia e Sostenibilità Ambientale, oltre agli obiettivi formativi qualificanti la classe delle lauree magistrali in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, che si concretizzano nel 'possedere una cultura sistemica di ambiente e una buona pratica del metodo scientifico per l'analisi di componenti e fattori di processi, sistemi e problemi riguardanti l'ambiente, sia naturale, sia modificato dagli esseri umani', ha lo scopo di formare laureati capaci di svolgere attività professionali in diversi settori legati all'analisi di rischio ambientale, alla valutazione di sostenibilità, alla certificazioni ambientali, inclusi il REACH. In particolare, la figura culturale e professionale del laureato del corso di laurea magistrale in Ecotossicologia e Sostenibilità deve:

- 1) avere una solida preparazione culturale ad indirizzo sistemico con particolare riguardo alla chimica dell'ambiente, all'ecotossicologia, alla geochimica, all'analisi dei contaminanti;
- 2) essere in grado di monitorare, analizzare, controllare e gestire realtà ambientali complesse (e.g. aree fortemente inquinate, bonifiche) sviluppando una buona padronanza delle diverse metodologie scientifiche di monitoraggio e di gestione;
- 3) sviluppare la capacità di valutare e gestire le interazioni fra le componenti biotiche ed abiotiche degli ecosistemi individuando la presenza e l'entità dei diversi impatti antropici;
- 4) essere in grado di svolgere analisi degli impatti legati a particolari sostanze e composti chimici secondo i regolamenti REACH;

5) essere in grado di comprendere le problematiche legate ai sistemi produttivi mediante analisi del ciclo di vita dei prodotti (Life Cycle Assessment, LCA); applicare metodi e tecniche di valutazione della sostenibilità, quali analisi exergetica, emergetica, impronta ecologica;

6) Sviluppare ed applicare metodologie per la gestione dei dati ambientali, acquisendo un'adeguata autonomia di giudizio ed abilità comunicative;

7) possedere un'adeguata padronanza per la progettazione, stesura e realizzazione di relazioni e lavori scientifici uniti alla padronanza scritta ed orale di almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'italiano.

Le discipline caratterizzanti e affini o integrative individuate per la Laurea Magistrale prevedono all'interno dei singoli programmi, oltre agli aspetti teorici mirati, anche attività applicative in campo e in laboratorio. Tali attività saranno condotte utilizzando metodologie e apparecchiature specifiche; la successiva analisi delle osservazioni effettuate e dei dati raccolti, nonché le elaborazioni e le considerazioni finali contribuiranno, nel complesso, a soddisfare quanto richiesto da ciascun descrittore. Il regolamento didattico del corso di studio e l'offerta formativa saranno tali da consentire agli studenti che lo vogliono di seguire percorsi formativi nei quali sia presente un'adeguata quantità di crediti in settori affini e integrativi che non sono già caratterizzanti. Ai fini indicati, in relazione a obiettivi specifici si possono prevedere, sia durante il percorso formativo che per lo svolgimento della tesi sperimentale, anche attività esterne presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, oltre a soggiorni di studio presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi nazionali e internazionali.

## **Risultati di apprendimento attesi**

### **Area generica**

#### **Conoscenza e comprensione**

Il Corso di Laurea Magistrale è caratterizzato dalla compresenza di due aree di conoscenza: quella dell'Ecotossicologia e quella della Sostenibilità Ambientale. Le due aree si dimostrano perfettamente complementari dal momento che affrontano le problematiche legate all'influenza dell'attività umana sugli ecosistemi da due punti di vista diversi: quello più analitico dell'Ecotossicologia e quello più sistemico della Sostenibilità ambientale.

Nel percorso di laurea magistrale lo studente dovrà essere in grado di gestire le informazioni e le conoscenze offerte da entrambe le proposte scientifiche in modo da avere, una volta laureato, un quadro completo della complessità delle relazioni uomo-natura e le competenze per gestire professionalmente le problematiche che tali relazioni generano progressivamente.

Al fine di soddisfare le specifiche richieste di ciascun descrittore, le verifiche delle conoscenze e capacità di comprensione saranno attuate alla fine di ogni attività formativa mediante gli strumenti didattici coerenti con le problematiche teoriche e sperimentali affrontate nei Corsi di insegnamento tra le quali: discussione critica di dati raccolti durante il Corso, in testi avanzati o riportati nella letteratura scientifica internazionale più recente; attività teorico-pratiche collegiali o di gruppo, i cui risultati saranno esposti in modo autonomo sia durante l'attività formativa e sia in sede di singola verifica finale.

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

I Laureati del Corso di Laurea Magistrale in Ecotossicologia e Sostenibilità Ambientale, appartenente alla Classe LM-75, saranno in grado di inserirsi professionalmente in contesti multidisciplinari relativi allo studio ed alla gestione e mantenimento dell'integrità delle proprietà funzionali e strutturali degli ecosistemi ed alla

difesa delle risorse naturali, affette da pressione antropica, con approcci predittivi e a diverse scale spazio-temporali.

Essi saranno in grado di svolgere la propria attività professionale autonomamente in ambito ecotossicologico e di sostenibilità ambientale assumendosi la responsabilità di progetti, strutture, coordinamento del personale in:

- a) strutture di ricerca pubbliche e private;
- b) strutture pubbliche preposte al controllo ed alla gestione della qualità ambientale;
- c) strutture private (aziende) che vedono nelle tematiche affrontate nel CdS una opportunità di sviluppo, oltre ai tradizionali settori operanti nel controllo delle emissioni degli effluenti e dei residui;
- d) studi professionali di gestione, analisi, valutazione di impatto ambientale ed analisi del rischio ambientale.

### **Fondamenti Ecotossicologici**

#### **Conoscenza e comprensione**

Le conoscenze specialistiche e capacità di comprensione dei vari settori dell'Ecotossicologia saranno finalizzate a descrivere, spiegare e discutere i fondamenti teorici e pratici dei metodi di acquisizione, analisi ed interpretazione di dati ecotossicologici; a partire dalla capacità di leggere e comprendere testi specialistici e articoli scientifici su argomenti e problemi inerenti, tali conoscenze e capacità saranno inoltre utili ad acquisire autonomia e originalità nel formulare e/o applicare idee e soluzioni in ambito ecotossicologico e a comunicare i risultati, spesso in un contesto di ricerca in rapida evoluzione e sviluppo in linea con il manifestarsi di sempre nuove problematiche legate all'interazione tra l'attività umana e l'ambiente naturale.

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

Il Laureato magistrale, a livelli qualitativi elevati, sarà in grado di:

- 1) utilizzare e sviluppare metodologie e tecniche di osservazione ed analisi originali ed innovative per la stima dello stress degli ecosistemi;
- 2) applicare le proprie conoscenze specialistiche e dati acquisiti in contesti multidisciplinari anche in situazioni a complessità elevata, quali interventi e gestione della biodiversità, recupero e ripristino di aree contaminate ed inquinate, piani di bonifica, valutazione di impatto ambientale;
- 3) prevedere, analizzare, controllare e gestire il rilascio di sostanze contaminanti ed inquinanti nell'ambiente e i loro effetti sulle componenti biotiche a varia scala di complessità (individuo, popolazione, comunità, ecosistema) ed abiotiche;
- 4) progettare, pianificare, organizzare, gestire e coordinare procedimenti valutativi e decisionali, con approfondimenti sui meccanismi di trasporto degli inquinanti, sulle interazioni da molecola-organismo a molecola-ecosistema, attraverso l'applicazione dei più importanti strumenti predittivi, analitici e diagnostici;
- 5) progettare, pianificare, organizzare, analizzare, controllare e gestire studi di valutazione del pericolo ed analisi del rischio ambientale di sostanze naturali e xenobiotici (risk assessor e manager) secondo le vigenti normative (e.g. REACH)

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

**ANALISI DEI CONTAMINANTI NELLE MATRICI AMBIENTALI**

BIOINDICATORI E BIOMARKER (modulo di ECOTOSSICOLOGIA APPLICATA)

ECOTOSSICOLOGIA

ECOTOSSICOLOGIA APPLICATA

ECOTOSSICOLOGIA DELLE AREE REMOTE

GEOCHIMICA DEI CONTAMINANTI (modulo di IDROGEOLOGIA E GEOCHIMICA)

IDROGEOLOGIA (modulo di IDROGEOLOGIA E GEOCHIMICA)

IDROGEOLOGIA E GEOCHIMICA

MONITORAGGIO E CONSERVAZIONE DELLE SPECIE A RISCHIO

RISCHIO AMBIENTALE DEI FITOFARMACI (modulo di ECOTOSSICOLOGIA APPLICATA)

RISORSE E SOSTENIBILITA' DELL'AMBIENTE MARINO

RISPOSTE DELLE PIANTE AI CAMBIAMENTI AMBIENTALI

TECNICHE DI MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE TERRESTRE E MARINO

### **Fondamenti di Sostenibilità ambientale**

#### **Conoscenza e comprensione**

Le conoscenze specialistiche e capacità di comprensione dei vari settori della Sostenibilità Ambientale, consentiranno di identificare e interpretare le basi epistemologiche, i fondamenti biofisici e le metodologie di analisi e interpretazione nell'ambito delle indagini sulla sostenibilità ambientale di diversi sistemi. Tali conoscenze vanno da metodi di contabilità ambientale su base fisica all'uso di strumentazione e software specialistici e consentiranno di agire in autonomia nel formulare e/o applicare idee e soluzioni nel campo della sostenibilità ambientale, spesso in un contesto di ricerca. Tale sviluppo culturale sarà supportato dalla capacità di aggiornamento per mezzo della letteratura scientifica internazionale, cosa che renderà gli studenti capaci di contribuire alla progressiva diffusione del concetto di sostenibilità in tutti i campi della vita.

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

I Laureati del Corso di Laurea Magistrale in Ecotossicologia e Sostenibilità Ambientale, a livelli qualitativi elevati, saranno in grado pertanto di:

- progettare, pianificare, organizzare, analizzare, controllare e gestire studi di sostenibilità ambientale relativi allo sfruttamento delle risorse naturali, ai sistemi produttivi e alla pianificazione territoriale;
- applicare le più efficaci e aggiornate metodologie di contabilità ambientale quali analisi energetica ed emergetica, impronta ecologica ed analisi del ciclo di vita dei prodotti (Life Cycle Assessment);
- identificare i maggiori fattori che influenzano l'effetto serra antropogenico e i cambiamenti climatici, anche attraverso l'uso di strumenti specifici di monitoraggio e rilevazione delle stesse emissioni, riconosciuti a livello internazionale (ad esempio: Linee Guida IPCC per la redazione degli inventari dei gas serra), prerequisito delle attività di mitigazione di tali impatti come previsto dagli accordi internazionali;

- prevedere, individuare, analizzare, controllare e gestire le problematiche inerenti le interazioni dei fattori ambientali ed antropici responsabili della modificazione/inibizione dei processi naturali e dei servizi degli ecosistemi.

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

ANALISI DEL CICLO DI VITA E CERTIFICAZIONE AMBIENTALE (modulo di CHIMICA FISICA AMBIENTALE E LCA)

CHIMICA FISICA AMBIENTALE (modulo di CHIMICA FISICA AMBIENTALE E LCA)

CHIMICA FISICA AMBIENTALE E LCA

IDROGEOLOGIA (modulo di IDROGEOLOGIA E GEOCHIMICA)

IDROGEOLOGIA E GEOCHIMICA

INDICATORI DI SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

MODELLISTICA AMBIENTALE

RISPOSTE DELLE PIANTE AI CAMBIAMENTI AMBIENTALI

SOSTENIBILITA'

SOSTENIBILITA', QUALITA' E SICUREZZA DELLE PRODUZIONI AGROALIMENTARI

STATISTICA PER LA SOSTENIBILITA' SOCIO-AMBIENTALE

TECNOLOGIE SOSTENIBILI NELLA FILIERA DELLE SPECIE OFFICINALI

### **Prova finale**

Nella Laurea Magistrale proposta, viene data grande rilevanza alla prova finale e alla sua preparazione. La prova finale consisterà nella discussione davanti a una commissione di laurea di una tesi sperimentale che riporti i risultati di una ricerca originale su temi coerenti con gli obiettivi formativi della Laurea Magistrale proposta, assegnata dal CD e sotto la supervisione di uno o più tutor (un docente relatore ed eventualmente uno o più correlatori), svolta presso una struttura scientifica dell'Università degli Studi di Siena o un'altra struttura (ente pubblico o privato) convenzionata ( tirocinio o internato). Per la disciplina dei tirocini viene fatto riferimento all'apposito Regolamento di Ateneo. Il lavoro di tesi dovrà basarsi sull'applicazione delle conoscenze e le metodologie acquisite su problematiche ecotossicologiche o di sostenibilità ambientale. La Tesi di Laurea dovrà avere la forma e la struttura di un vero lavoro scientifico, con indicazione chiara degli scopi da perseguire, della metodologia applicata, dei risultati conseguiti, nonché della loro rilevanza nel quadro delle conoscenze scientifiche attuali. Lo studente dovrà dimostrare di aver maturato una approfondita conoscenza dell'approccio scientifico moderno, una buona capacità di elaborazione e di sintesi dei dati acquisiti, nonché una adeguata capacità di presentazione scritta ed esposizione orale degli stessi.