



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile - Environmental Engineering for Sustainable Development (sede di Latina) (2024)

## Il corso

Codice corso: 31285

Classe di laurea: LM-35

Durata: 2 anni

Lingua: ITA, ENG

Modalità di erogazione:

Dipartimento: INGEGNERIA CHIMICA, MATERIALI, AMBIENTE

## Presentazione

Il corso di laurea magistrale in Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile si pone come obiettivo principale la formazione di una figura di ingegnere con un'impostazione analitica e un approccio progettuale fortemente interdisciplinari, capace di affrontare le problematiche della sostenibilità ambientale unendo le metodiche dell'ingegneria civile a quelle dell'ingegneria industriale e sapendo convivere con l'incertezza derivante dalla conoscenza dei sistemi complessi. Una figura con competenze in diversi campi disciplinari che consentono sintesi analitiche e progettuali nelle e tra le diverse scale di studio ed intervento dell'ingegnere ambientale, dalla scala micro della caratterizzazione dei materiali, alla scala meso del progetto di sito, a quella macro dell'assetto del territorio. Gli obiettivi formativi specifici del corso si legano alle questioni emergenti che contraddistinguono la ricerca della sostenibilità ambientale ed in particolare all'acquisizione di metodi e tecniche per: - la riduzione del consumo di risorse, la minimizzazione degli scarti, il controllo ed il risanamento di siti inquinati, il corretto smaltimento dei rifiuti ed il riciclo dei materiali nell'ottica dell'economia circolare; - la diminuzione del consumo di energia, l'efficientamento energetico di impianti ed edifici, l'uso di energie rinnovabili, la pianificazione energetica; - la valorizzazione delle georisorse, con riferimento sia alla fase di esplorazione, sia a quella di prima trasformazione, nonché alla fase di ripristino delle aree oggetto di coltivazione; - la prevenzione, il controllo e l'intervento sui fenomeni di instabilità dei terreni sia di origine naturale che antropica; - la gestione della risorsa acqua, relativamente alla captazione e sfruttamento di falde sotterranee, nonché all'ottimizzazione degli usi; - il controllo e la gestione delle acque superficiali e delle dinamiche costiere sia in riferimento all'azione antropica che alla prevenzione degli eventi catastrofici dovuti ai cambiamenti climatici; - il rilievo e l'analisi delle trasformazioni naturali e antropiche del territorio e l'organizzazione dei dati all'interno di sistemi informativi territoriali; - la definizione di assetti territoriali sostenibili degli insediamenti umani e delle relative infrastrutture per la mobilità stradale e ferroviaria. Descrizione del percorso L'insieme degli obiettivi formativi si riflette nei diversi insegnamenti offerti che possono essere raggruppati in quattro principali ambiti tematici: 1. Urban mining, risorse ambientali e antropiche ed energie rinnovabili; 2. Difesa del suolo e strutture antropiche; 3. Difesa idraulica e costiera e gestione delle georisorse fluide 4. Pianificazione e gestione del territorio e della mobilità. I quattro ambiti, oltre ad essere in coerenza con le peculiari caratteristiche e problematiche del territorio pontino, principale "laboratorio" del corso di laurea magistrale, costituiscono un riferimento per consentire un equilibrato bilanciamento dei vari contributi disciplinari e un orientamento utile per gli studenti. Tuttavia non generano vincoli

di indirizzo nel percorso formativo, poiché, al di là di alcuni insegnamenti obbligatori rappresentativi di ogni ambito e aventi anche funzione di consolidamento della formazione avuta nella laurea, lo studente ha un'ampia libertà di scelta. Così nel primo anno abbiamo sette insegnamenti obbligatori (Risorse non rinnovabili e urban mining, Tecnica delle costruzioni, Meccanica dei fluidi per l'ambiente, Geotecnica, Rilievo geodetico, Progettazione del territorio, Valutazione geochimica della qualità ambientale) per un totale di 54 CFU, mentre nel secondo anno abbiamo un solo insegnamento obbligatorio di 9 CFU, LCA e uso sostenibile delle risorse ambientali. Lo studente ha dunque a disposizione 27 CFU opzionali nell'offerta del corso, di cui 12 CFU a libera scelta anche in altri CdS. Il percorso formativo si conclude con 30 CFU collocati nell'ultimo semestre, dedicati al tirocinio o ai laboratori propedeutici alla tesi di laurea magistrale e a quest'ultima, a cui è dato ampio spazio in ragione della complessità analitica e progettuale dei temi della sostenibilità ambientale. Le attività formative sono organizzate in moduli: un modulo è un insieme di attività formative appartenenti ad uno specifico settore scientifico disciplinare; si conclude sempre con una prova di verifica. Fanno eccezione i moduli di laboratorio per i quali è previsto un giudizio di idoneità. Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati magistrali

Il corso di laurea magistrale in Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile consente di svolgere importanti attività di progettazione e di ricerca, di avere padronanza dei principali argomenti professionali e capacità di operare in modo autonomo con un elevato livello di comunicazione. Gli ambiti professionali tipici dei laureati in Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile sono quelli: i) della ricerca di base ed applicata, ii) dell'innovazione e dello sviluppo eco-sostenibile della produzione, iii) della progettazione autonoma e avanzata, iv) della pianificazione e della programmazione, v) della gestione di sistemi complessi, con particolare riferimento all'interazione delle attività umane, di diversa natura ed a diversa scala, con l'ambiente. I laureati in Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile possono trovare occupazione presso imprese, enti pubblici e privati e studi professionali per la progettazione, pianificazione, realizzazione e gestione di opere, di sistemi complessi di indagine, controllo e monitoraggio dell'ambiente e del territorio, di difesa del suolo, di gestione delle materie prime e delle risorse ambientali, di quelle geologiche ed energetiche, dei rifiuti e della valutazione degli impatti e della compatibilità ambientale di piani e di opere. I principali ambiti professionali individuati grazie alla collaborazione con enti pubblici e privati e in genere gli attori rilevanti per il territorio sono di seguito riassunti: ? aziende del settore chimico-farmaceutico, del settore agro-industriale e del settore delle materie prime; ? aziende agricole, anche in riferimento alle potenzialità che il titolo offre di inserimento negli albi professionali degli Agronomi; ? enti locali della pubblica amministrazione; ? enti autonomi della pubblica amministrazione finalizzati alla tutela e gestione dell'ambiente e del territorio; ? società pubblico-private o società di capitale specializzate nei settori dei servizi per l'ambiente o la gestione di impianti di rilevante valenza ambientale. In sintesi il corso prepara alla professione di Ingegnere esperto nelle problematiche legate al monitoraggio ambientale e alla gestione sostenibile delle risorse con sbocchi professionali prevalentemente nell'ambito delle Professioni intellettuali, scientifiche e di elevata specializzazione (Raggruppamento 2), in particolare nel Gruppo 2.2 Ingegneri, architetti e professioni assimilate. All'interno di questo gruppo si distinguono due classi di professioni e le relative unità professionali in cui possono trovare specifica collocazione i laureati magistrali: - classe di professione 2.2.1 Ingegneri e professioni assimilate comprendente le unità professionali 2.2.1.6.1 Ingegneri edili e ambientali 2.2.1.6.2 Ingegneri idraulici; - classe di professione 2.2.2 Architetti, pianificatori, paesaggisti e specialisti del recupero e della conservazione del territorio comprendente le unità professionali 2.2.2.1.2 Pianificatori, paesaggisti e specialisti del recupero e della conservazione del territorio 2.2.2.2.0 Cartografi e fotogrammetristi. Inoltre, grazie ad una convenzione con l'Ordine degli Agrotecnici e Agrotecnici Laureati di Latina, i laureati magistrali possono esercitare la professione di Tecnico agronomo (unità professionale 3.2.2.1.1 Tecnici agronomi appartenente al gruppo 3.2 Professioni tecniche nelle scienze della salute e della vita).

Requisiti di ammissione L'ammissione al corso di Laurea Magistrale richiede di essere in possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto equipollente, che preveda, comunque, un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nelle discipline scientifiche di base e nelle discipline dell'ingegneria, propedeutiche a quelle caratterizzanti previste nell'ordinamento della presente classe di laurea magistrale, nonché della lingua inglese. Prima dell'iscrizione, deve essere accertato il possesso dei requisiti curricolari e verificata l'adeguatezza della personale preparazione, secondo le modalità di seguito specificate: - laurea triennale nella classe L 7 e L 23. Per i laureati di altre classi di laurea, il CAD con specifica delibera indica i requisiti e le modalità per l'iscrizione. - buona padronanza della lingua inglese, il livello minimo richiesto è B2 accertato da specifica certificazione da parte dello studente o attraverso una verifica di tale conoscenza, secondo quanto previsto con specifiche indicazioni dal CAD. - qualora lo studente non provenga da una laurea delle classi L7 o L23, sono richiesti per l'accesso almeno 105 crediti formativi universitari nei seguenti Settori Scientifico-Disciplinari (SSD): MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/08, FIS/01, CHIM/07, GEO/05, GEO/09, ICAR/01, ICAR/02, ICAR/03, ICAR/06, ICAR/07, ICAR/08, ICAR/17, ICAR/20, ING-IND/09, ING-IND/11, ING-IND/28, ING-IND/29. Eventuali integrazioni curricolari in termini di crediti formativi universitari devono essere conseguiti prima di sostenere gli esami curricolari. Trasferimenti e modalità di verifica dei periodi di studio all'estero Il riconoscimento dei crediti acquisiti attraverso corsi di studio de La Sapienza o da altro Ateneo sarà effettuato previa presentazione da parte dello studente di una domanda

indirizzata al Corso di Laurea che valuterà il numero di crediti riconoscibili all'interno del percorso formativo. I corsi seguiti nelle Università Europee o estere, con le quali la Facoltà di Ingegneria ha in vigore accordi, progetti e/o convenzioni, vengono riconosciuti secondo le modalità previste dagli accordi. Gli studenti possono, previa autorizzazione del consiglio del Corso di Laurea, svolgere un periodo di studio all'estero nell'ambito del progetto LLP Erasmus. In conformità con il Regolamento didattico di Ateneo nel caso di studi, esami e titoli accademici conseguiti all'estero, il Corso di Laurea esamina di volta in volta il programma ai fini dell'attribuzione dei crediti nei corrispondenti settori scientifico disciplinari. Per le procedure di trasferimento e riconoscimento CFU consultare il Manifesto degli studi dell'Ateneo (<https://www.uniroma1.it/it/pagina/regolamento-studenti>)

**Studenti decaduti** In caso di decadimento della qualità di studente, il CAD potrà deliberare il reintegro esclusivamente nell'ultimo ordinamento vigente, riconoscendo tutti o in parte i crediti acquisiti. Per la procedura di reintegro consultare il Manifesto degli studi dell'Ateneo.

**Riconoscimento crediti** È prevista l'assegnazione di crediti a seguito del riconoscimento di conoscenze e di abilità professionali certificate individualmente ai sensi della normativa vigente in materia, nonché di altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione l'università abbia concorso, purché non già riconosciute ai fini della attribuzione di crediti formativi universitari nell'ambito del corso di laurea di provenienza. È altresì prevista l'assegnazione di crediti per conoscenze maturate a seguito del superamento di verifiche di profitto sostenute in corsi di laurea universitari, qualora non abbiano dato luogo all'acquisizione di crediti utilizzati per il conseguimento della laurea. Il numero massimo totale di crediti formativi universitari riconoscibili sia per conoscenze per abilità professionali che per conoscenze conseguite con verifiche di profitto non utilizzate per la laurea è fissato in 12.

**Modalità didattiche** Le attività didattiche sono di tipo convenzionale e distribuite su base semestrale. Gli insegnamenti sono impartiti attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula, attività in laboratorio e lavori di gruppo, organizzando l'orario delle attività in modo da consentire allo studente un congruo tempo da dedicare allo studio personale. La durata nominale del corso di studio è di 4 semestri, pari a due anni. Lo studente è iscritto "fuori corso" quando ha seguito il corso di studi per la sua intera durata ma non ha conseguito la laurea o non ha superato tutti gli esami necessari per l'ammissione all'esame finale.

**?** **Crediti formativi universitari** Il credito formativo universitario (CFU) misura la quantità di lavoro svolto da uno studente per raggiungere un obiettivo formativo. I CFU sono acquisiti dallo studente con il superamento degli esami o con l'ottenimento delle idoneità, ove previste. Il sistema di crediti adottato nelle università italiane ed europee prevede che ad un CFU corrispondano 25 ore di impegno da parte dello studente, distribuite tra le attività formative collettive istituzionalmente previste (ad es. lezioni, esercitazioni, attività di laboratorio) e lo studio individuale. Nel corso di studio, in accordo con l'art. 23 del Regolamento didattico di Ateneo, un CFU corrisponde a 10 ore di lezione frontale, oppure a 12 ore di laboratorio o esercitazione guidata. Le schede di ciascun insegnamento, consultabili sul sito web della Sapienza, Catalogo dei corsi – box Frequentare, riportano la ripartizione dei CFU e delle ore di insegnamento nelle diverse attività, insieme ai prerequisiti, agli obiettivi formativi e ai programmi. Il carico di lavoro totale per il conseguimento della laurea è di 120 CFU, corrispondenti a 3.000 ore di impegno da parte dello studente. La quota dell'impegno orario complessivo a disposizione dello studente per lo studio personale o per altra attività formativa di tipo individuale è pari ad almeno il 60%.

**?** **Calendario didattico** Di norma, la scansione temporale è la seguente: - primo semestre: da fine settembre a dicembre - prima sessione di esami: gennaio - seconda sessione di esami: febbraio - secondo semestre: da fine febbraio a maggio - terza sessione di esami: giugno - quarta sessione di esami: luglio - quinta sessione di esami: settembre. Il dettaglio delle date di inizio e fine delle lezioni di ciascun semestre e di inizio e fine di ciascuna sessione d'esami è pubblicato sul sito web [www.ingaero.uniroma1.it](http://www.ingaero.uniroma1.it) (Sezione Calendari) e sul sito web della Sapienza – Catalogo dei corsi – box Frequentare <https://corsidilaurea.uniroma1.it/>. I periodi dedicati alle lezioni e agli esami non possono sovrapporsi. In deroga a tale norma, sono previsti due appelli straordinari, di norma nei periodi ottobre-novembre e marzo-aprile, riservati agli studenti fuori corso e agli studenti che alla data dell'appello hanno esaurito tutte le frequenze.

**?** **Frequenza** Non sono previsti specifici obblighi di frequenza se non per le attività di laboratorio o altre attività pratiche.

**?** **Verifica dell'apprendimento** La verifica dell'apprendimento relativa a ciascun insegnamento avviene di norma attraverso un esame (E) che può prevedere prove orali e/o scritte secondo modalità definite dal docente e comunicate insieme al programma. Per alcune attività non è previsto un esame ma un giudizio di idoneità (V); anche in questo caso le modalità di verifica sono definite dal docente.

**Programmi e modalità di verifica dell'apprendimento** I programmi dei corsi e le modalità di verifica dell'apprendimento sono consultabili sul sito web della Sapienza – Catalogo dei corsi – box Frequentare <https://corsidilaurea.uniroma1.it/>

**Percorsi formativi** Gli studenti sono tenuti a presentare il piano di studio (funzione Percorso formativo di Infostud) all'inizio del primo anno di corso (indicativamente tra l'1 e il 30 novembre) e nei periodi che vengono di volta in volta riportati sul sito del CAD. Con gli stessi tempi e modalità gli studenti iscritti ad anni successivi al primo o fuori corso potranno presentare domanda di variazione al piano di studi individuale. Gli studenti possono, previa autorizzazione del Consiglio d'Area, svolgere un periodo di studio all'estero nell'ambito del progetto LLP Erasmus.

**Anticipo esami** Gli studenti che hanno sostenuto tutti gli esami previsti per il primo anno di corso possono anticipare al massimo 2 moduli didattici.

**Regime a tempo parziale** Gli immatricolandi e gli studenti del corso di studio che sono impegnati contestualmente in altre attività possono richiedere di fruire dell'istituto del

part-time e conseguire un minor numero di CFU annui, in luogo dei 60 previsti. Le norme e le modalità relative all'istituto del part-time sono indicate nel Regolamento di Ateneo. Per la regolazione dei diritti e dei doveri degli studenti part-time si rimanda alle norme generali stabilite. Il Corso di Laurea nominerà un tutor che supporterà gli studenti a tempo parziale nel percorso formativo concordato. Percorsi di eccellenza Il CAD istituisce un percorso di eccellenza con lo scopo di valorizzare la formazione degli studenti meritevoli ed interessati ad attività di approfondimento metodologico e applicativo. Il percorso consiste in attività formative, aggiuntive a quelle curriculari, volte a valorizzare gli studenti che, durante il primo anno del corso di studi, abbiano dato prova di essere particolarmente meritevoli. L'accesso al Percorso di eccellenza avviene su domanda dell'interessato. I requisiti richiesti sono: - acquisizione entro il 30 novembre di tutti i CFU previsti nel primo anno - conseguimento di una media pesata dei voti di esame non inferiore a 27/30. Per poter concludere il Percorso di eccellenza, lo studente, oltre ad aver svolto le attività proprie del Percorso stesso, deve aver acquisito, entro la durata legale del corso di studi, tutti i CFU previsti ed aver ottenuto una votazione media non inferiore a ventisette/trentesimi (27/30). Contestualmente al conseguimento del titolo di Laurea entro i limiti previsti dal corso di studio, lo studente che abbia terminato positivamente il percorso di eccellenza riceve un'attestazione che sarà registrata sulla carriera dello studente stesso. Unitamente a tale certificazione, l'Ateneo conferisce allo studente un premio pari all'importo delle tasse versate nell'ultimo anno. I termini e le modalità per la domanda di partecipazione al percorso sono indicati sul sito web del CAD (sezione STUDENTI / Percorsi di eccellenza). Prova finale La prova finale consiste nella presentazione e discussione della tesi di laurea magistrale. Il lavoro di tesi può avere contenuto sperimentale o progettuale e l'elaborato è redatto secondo le regole stabilite dal CAD corredate da un apposito template. Stage La prova finale potrà anche avere come argomento l'esperienza svolta all'interno di un tirocinio. La sua preparazione, in questo caso, potrà essere svolta presso Aziende pubbliche o private, nonché presso Centri di ricerca o Laboratori universitari per un periodo di tempo compatibile con i crediti assegnati. Al momento dell'approvazione dello stage è prevista la nomina di un tutor accademico, scelto fra i docenti del CAD, e di un tutor aziendale che seguono lo svolgimento dell'attività. La verifica finale dei risultati è condotta dal tutor accademico. Valutazione della qualità Il corso di studio, in collaborazione con l'Ateneo, contribuisce a rilevare l'opinione degli studenti frequentanti per tutti gli insegnamenti. Il sistema di rilevazione è integrato con un percorso qualità la cui responsabilità è affidata al gruppo di auto-valutazione, docenti, studenti e personale del corso di studio. I risultati delle rilevazioni e delle analisi del gruppo di auto-valutazione sono utilizzati per azioni di miglioramento delle attività formative.

# Percorso formativo

Curriculum unico

## 1° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
1051672   RILIEVO GEODETICO	1°	9	ITA

### Obiettivi formativi

Il corso ha l'obiettivo di presentare i principali aspetti teorici e pratici relativi al rilievo topografico, in modo da fornire le competenze necessarie alla progettazione ed all'esecuzione di un rilievo e dall'elaborazione dei dati ad esso relativi.

1018582   GEOTECNICA	1°	6	ITA
----------------------	----	---	-----

### Obiettivi formativi

Il Corso si propone di introdurre gli studenti alle conoscenze di base della Meccanica delle Terre, quali le proprietà fisiche dei terreni, il principio delle tensioni efficaci per i terreni saturi, lo studio dell'interazione con la fase fluida in condizioni idrostatiche, di moto stazionario o transitorio (consolidazione), la caratterizzazione sperimentale in laboratorio in percorsi di compressione e di taglio, la definizione dei criteri di resistenza e l'applicazione in semplici problemi di collasso, attraverso i concetti di base di Analisi ed Equilibrio limite.

#### OBIETTIVI SPECIFICI

1. Conoscenza e capacità di comprensione e apprendimento delle conoscenze teoriche di base della Meccanica delle Terre;
2. capacità di applicazione della conoscenza acquisita nella soluzione di casi studio reali;
3. capacità di presentazione e difesa, durante un colloquio orale, delle conoscenze e competenze acquisite;
4. capacità di espressione di un giudizio autonomo in presenza di un problema applicativo inerente alle materie del corso.

10599894   COASTAL ENGINEERING	1°	6	ENG
1051669   PROGETTAZIONE DEL TERRITORIO	2°	9	ITA

**Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Il corso ha l'obiettivo generale di fornire gli elementi teorici e tecnici per consentire la costruzione di processi e strumenti della pianificazione urbanistica e territoriale con particolare riferimento all'analisi sistemica e di gestione di sistemi complessi e alle conoscenze interdisciplinari.

Il corso ha come obiettivi specifici l'acquisizione delle seguenti competenze:

- capacità di applicare leggi, normative e istruzioni tecniche anche in modo innovativo ai problemi della pianificazione e gestione del territorio;
- capacità di utilizzare strumenti GIS e webGIS per il monitoraggio e la gestione delle trasformazioni territoriali e delle reti delle infrastrutture strategiche;
- capacità di impostare analisi di valutazione di impatto ambientale e territoriale e valutazioni di resilienza;
- capacità di legare le principali teorie della pianificazione alla costruzione di processi di pianificazione innovativi.

Inoltre il corso consentirà di sviluppare:

- un avanzamento delle capacità critiche e di giudizio attraverso relazioni scritte, elaborazione di cartografie tematiche e progettuali su tematiche complesse d'area vasta;
- raffinare le capacità di comunicare quanto si è appreso attraverso il lavoro di gruppo e la discussione delle proprie elaborazioni all'interno degli incontri con tutti i gruppi e il docente programmati durante il corso;
- capacità di scambio interdisciplinare con i tecnici dei molteplici settori che intervengono nella tutela ambientale e nella pianificazione territoriale e urbanistica;
- un miglioramento della capacità di proseguire lo studio in modo autonomo anche attraverso la consultazione di fonti bibliografiche specializzate.

Al completamento del corso gli studenti saranno in grado di sviluppare analisi territoriali complesse, usare strumenti di monitoraggio e gestione delle reti delle infrastrutture strategiche e prefigurare schemi di assetto e processi di pianificazione territoriale in cui siano integrate le metodiche di valutazione ambientale e territoriale

10600473 |  
NONRENEWABLE  
RESOURCES AND  
URBAN MINING

2°

9

ENG

**Obiettivi formativi**

Il corso intende fornire le basi tecnico-scientifiche finalizzate alla valutazione ed alla valorizzazione delle materie prime secondarie così come prodotte da aree fortemente antropizzate come nel caso delle città. Particolare attenzione verrà rivolta all'illustrazione delle problematiche legate allo sviluppo di logiche operative e di processo in grado di poter ricavare, a partire dai prodotti di rifiuto urbani, elementi e/o materiali solitamente ricavati a partire da risorse non rinnovabili. Tutto ciò in un'ottica di sostenibilità ambientale e di processo.

10600476 |  
ENVIRONMENTAL  
FLUID MECHANICS

2°

9

ENG

**Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Obiettivi formativi.

Il corso di Meccanica dei fluidi Ambientale estende le conoscenze di meccanica dei fluidi acquisite nella laurea triennale al contesto del moto dell'acqua in ambienti naturali quali fiumi, laghi, aree costiere ed acquiferi. Fornisce agli studenti una descrizione dei fenomeni coinvolti dal moto dei fluidi in tali ambienti e loro importanza, nonché gli elementi fondanti i differenti possibili schemi di rappresentazione del campo di moto e loro formalizzazione modellistica. Viene rimarcato il carattere turbolento del moto, discussi differenti schemi di chiusura della turbolenza, nonché evidenziate le possibili schematizzazioni a differente livello di complessità, sviluppate e discusse tecniche numeriche di soluzione delle equazioni. Un percorso applicativo relativo alla simulazione flussi a superficie libera in aste fluviali completa la formazione.

Conoscenza e capacità di comprensione

Comprensione dei fenomeni tipici dell'idraulica ambientale e dei problemi connessi alla modellistica di flussi a superficie libera e in falda. Conoscenza della problematica relativa alla risoluzione numerica degli algoritmi di calcolo. Capacità di utilizzare correttamente software applicativi imponendo le giuste condizioni al contorno e capacità di interpretare i risultati delle simulazioni.

A SCELTA DELLO  
STUDENTE

2°

6

ITA

Gruppo OPZIONALE 1

Gruppo OPZIONALE 2

**2° anno****Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua**

10592968 | LCA E USO  
SOSTENIBILE DELLE  
RISORSE AMBIENTALI

1°

9

ITA

**Obiettivi formativi**

Il corso intende fornire le basi scientifiche e le conoscenze tecniche per sviluppare competenze interdisciplinari in ambito ambientale e per definire un metodo di approccio ai problemi connessi allo sviluppo sostenibile, che integri paradigmi e prospettive proprie delle singole discipline che confluiscono nell'analisi e nello studio dell'ambiente e delle risorse.

A tal fine il corso sarà indirizzato a formare figure professionali in grado di:

- ? caratterizzare il carico ambientale ed energetico di processi e servizi al fine di mitigarne gli impatti attraverso un uso razionale e sostenibile delle risorse esauribili e rinnovabili utilizzate;
- ? identificare le procedure di controllo delle prestazioni ambientali di un prodotto e/o di un processo, anche allo scopo di implementare sistemi di etichettatura ambientale e strumenti di management che consentano alle organizzazioni economiche e non di controllare gli impatti ambientali delle proprie attività e di perseguire il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali;
- ? identificare tecniche di valutazione per il calcolo dei costi totali (privati e ambientali) lungo tutto il ciclo di vita di un prodotto/servizio;
- ? programmare, gestire e controllare, salvaguardando l'ambiente, i processi economici e sociali che si sviluppano a livello territoriale;
- ? affrontare le problematiche ambientali attraverso la caratterizzazione della risorsa territorio, includendo l'applicazione di tecniche di analisi d'immagini satellitari a media e alta risoluzione;

A SCELTA DELLO  
STUDENTE

2°

6

ITA

AAF1022 | PROVA  
FINALE

2°

24

ITA

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
<b>Obiettivi formativi</b>			
<p>La discussione dell'elaborato di tesi, che può essere sperimentale, progettuale o teorico, permette di valutare: la padronanza degli argomenti teorici e tecnici della disciplina connessa alla tesi e in generale del corso di studi; la capacità di svolgere lo studio in modo autonomo anche attraverso la consultazione di fonti bibliografiche specializzate; la capacità critiche e di giudizio su tematiche complesse; le capacità di comunicare le proprie elaborazioni.</p>			
Gruppo OPZIONALE 1			
Gruppo OPZIONALE 2			
Laboratori e tirocini			

## Gruppi opzionali

Lo studente deve acquisire 15 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10600474   TRANSPORT ECONOMICS AND POLICIES	1 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	9	ENG
<b>Obiettivi formativi</b>				
<p>Al termine del corso, lo studente Saprà:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrivere in maniera strutturata gli elementi fondamentali delle principali modalità di trasporto, incluse le tecnologie convenzionali ed emergenti per i veicoli, le infrastrutture e il deflusso veicolare</li> <li>- Descrivere come si declina l'incontro tra domanda e offerta di trasporto e come questo si traduce nella modellazione matematica delle reti e nell'economia aziendale del settore</li> <li>- Descrivere le politiche europee dei trasporti e le problematiche di sostenibilità ad esse legate, anche tramite indicatori numerici</li> <li>- Dialogare con ingegneri trasportisti con lessico adeguato al fine di risolvere problemi di sostenibilità che si possono presentare nella pianificazione e programmazione dei sistemi di trasporto</li> <li>- Descrivere le diverse fasi del processo di pianificazione di un sistema di trasporto, gli attori coinvolti, i meccanismi decisionali</li> <li>- Descrivere le principali politiche dei trasporti e i loro potenziali impatti sulla domanda di trasporto, sicurezza, ambiente, società, territorio</li> <li>- Descrivere i principali strumenti di monitoraggio e valutazione delle politiche di trasporto</li> </ul> <p>Sarà in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Risolvere semplici problemi di meccanica dei trasporti e di deflusso veicolare, applicando i concetti di base di fisica e le conoscenze acquisite durante il corso, ipotizzando i corretti ordini di grandezza delle grandezze d'influenza e interpretando utilmente i risultati numerici</li> <li>- Rappresentare graficamente in maniera elementare ingegneristica gli elementi tecnologici fondamentali di veicoli e infrastrutture</li> <li>- Selezionare e utilizzare indicatori appropriati per misurare la sostenibilità di un sistema di trasporto</li> <li>- Identificare le politiche di trasporto più idonee a migliorare la sostenibilità dei sistemi di mobilità e a preparare Piani di diverso genere (es. PUMS, ...)</li> </ul>				

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1035952   GEOFISICA APPLICATA ALL'INGEGNERIA	1°	2°	6	ITA

#### Obiettivi formativi

##### Obiettivi generali

L'obiettivo principale del corso è quello di formare gli studenti nei principi fondamentali dei metodi geofisici sismo-acustici (I modulo – prima metà corso) ed elettromagnetici (II modulo – seconda metà corso) applicati al monitoraggio ambientale, alla valutazione dello sfruttamento eco-sostenibile delle georisorse, al controllo e il monitoraggio di opere civili, alla valutazione della pericolosità sismica, alla gestione delle risorse idriche. Tale obiettivo principale sarà perseguito tramite lezioni frontali per l'apprendimento dei principi teorici, esercitazioni pratiche di gruppo in aula (alla fine di ogni modulo teorico) e in campo (a metà e fine corso), utilizzando software specifici del settore per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati (Excel, Matlab, Python oltre a software specifici dell'ambito geofisico).

##### Obiettivi specifici

Conoscenza e comprensione: Il corso si propone di fornire gli strumenti teorici e pratici relativamente all'applicazione dei metodi geofisici per lo studio dell'assetto del sottosuolo, la valutazione delle georisorse, l'individuazione e la mappatura degli acquiferi, il rilevamento batimetrico e l'individuazione di contaminazione in aree marine, il monitoraggio dei siti contaminati e delle discariche, il controllo e il monitoraggio di strutture ed infrastrutture, la valutazione della pericolosità sismica a scala comunale (microzonazione sismica). Tali competenze comprenderanno anche la capacità di utilizzo della strumentazione geofisica, di software specifici del settore come Excel (prima parte del corso) e di algoritmi numerici sviluppati in ambiente Matlab e/o Python (seconda parte del corso).

Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Al termine del corso gli studenti saranno in grado di selezionare, acquisire, elaborare ed interpretare correttamente i dati geofisici sismo-acustici ed elettromagnetici sia in ambiente terrestre che acquatico, per l'elaborazione delle soluzioni progettuali ottimali relativamente ai diversi campi di intervento dell'ingegneria ambientale, con particolare riferimento alla gestione sostenibile delle risorse naturali, al rischio sismico e alla valutazione e al monitoraggio degli impatti antropici sull'ambiente terrestre ed acquatico.

Capacità critiche e di giudizio: Tramite lo svolgimento di simulazioni a piccola scala di ogni tecnica geofisica trattata, il corso svilupperà negli studenti la capacità di giudizio autonomo delle indagini geofisiche maggiormente idonee per la soluzione dello specifico problema ingegneristico in esame e l'eventuale integrazione delle stesse per la definizione di un modello multi-parametrico del sottosuolo. Inoltre gli studenti saranno in grado di valutare correttamente i vantaggi e gli svantaggi di ogni tecnica studiata anche in funzione del rapporto benefici/costi.

Capacità di comunicare quanto si è appreso: Il corso favorirà l'interscambio e la trasmissione di conoscenze per mezzo di esercitazioni numeriche di gruppo mirate alla soluzione di un problema ingegneristico tramite l'applicazione delle tecniche geofisiche e lo sviluppo della capacità di utilizzo del linguaggio tecnico proprio del settore che permetterà quindi di relazionarsi con gli altri soggetti coinvolti nei problemi di tutela dell'ambiente.

Capacità di proseguire lo studio in modo autonomo: Le conoscenze teoriche e pratiche fornite costituiranno la base per un approfondimento autonomo in ambito professionale, con riferimento anche agli avanzamenti tecnologici strumentali e numerici.

1005299   TECNICA DELLE COSTRUZIONI	1°	2°	6	ITA
---	----	----	---	-----

#### Obiettivi formativi

L'obiettivo del corso è quello di fornire agli studenti i concetti e gli strumenti necessari ad affrontare la progettazione delle strutture. Al termine di questo corso, gli studenti avranno acquisito le competenze e le metodologie fondamentali per l'analisi delle strutture ed avranno compreso il contesto nel quale si sviluppano le normative di riferimento. Inoltre, gli studenti saranno in grado di progettare gli elementi strutturali che compongono le costruzioni in acciaio e conglomerato cementizio armato.

Obiettivi formativi ulteriori riguardano lo sviluppo delle abilità necessarie a comunicare correttamente dati, idee e soluzioni tecniche nell'ambito dell'analisi e del progetto delle costruzioni civili.

1051675   TECNOLOGIE AVANZATE PER IL RICICLO DEI MATERIALI	2°	1°	6	ITA
--	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

#### Obiettivi formativi

Il corso è indirizzato a fornire conoscenze e sviluppare competenze relative all'applicazione delle tecnologie più all'avanguardia nel settore del riciclo dei rifiuti per la produzione e la valorizzazione delle materie prime secondarie. Più in dettaglio saranno trattate le tecniche di "sensor-based sorting", illustrando diverse tipologie di sensori (RGB, a raggi X, iperspettrali operanti nel visibile e nel vicino infrarosso, ecc.) e le relative strategie di analisi dei dati al fine di effettuare la classificazione dei materiali da riciclare di diversa natura e provenienza sia di origine civile che industriale. Un focus particolare sarà dedicato alle tecniche di spectral imaging, un metodo di ispezione in rapida crescita nell'industria del riciclo in cui è molto vantaggioso applicare logiche di visione artificiale real-time su nastro trasportatore, anche mediante l'utilizzo di bracci robotici di ultima generazione. Al fine di sviluppare le proprie abilità pratiche e analitiche, gli studenti si eserciteranno su casi di studio reali, acquisendo immagini con sensori ad alta risoluzione e utilizzando software specifici per analisi d'immagine.

Gli studenti apprenderanno i principi fondamentali per:

applicare modelli di classificazione e predittivi utilizzando tecniche chemiometriche (preprocessamenti spettrali, PCA, PLS-DA, ecc.) per la selezione dei materiali dai flussi di rifiuti da riciclare, con qualità elevata e massima efficienza;

- identificare, misurare e mappare le proprietà fisiche e chimiche dei flussi di rifiuti da riciclare in modo rapido, non-invasivo e non distruttivo mediante sistemi di intelligenza artificiale basati su imaging spettrale;
- sviluppare logiche innovative per la selezione dei materiali da riciclare mediante strumentazione avanzata.

1018589 |  
GEOMATICA

2°

1°

6

ITA

#### Obiettivi formativi

##### OBIETTIVI GENERALI GEOMATICA

Il Corso si propone di fornire gli elementi fondamentali sulle tecnologie geomatiche relative al posizionamento e alla navigazione (Global Navigation Satellite Systems – GNSS) e all'archiviazione e gestione di dati spaziali (Geographic Information Systems – GIS).

Lo studio parte dai fondamentali della Geodesia (Sistemi di riferimento e sistemi di coordinate) per poi trattare le osservabili dei sistemi di posizionamento satellitare e il loro trattamento finalizzato alla stima di parametri geometrici. Infine, verranno analizzate le moderne tecniche di gestione di dati spaziali.

Obiettivo fondamentale del corso è il processo di definizione, generazione e gestione di dati spaziali in base alle normative vigenti.

##### OBIETTIVI SPECIFICI

1. Conoscere il sistema di riferimento geodetico nazionale.
2. Saper individuare e utilizzare la strumentazione idonea alla acquisizione di osservazioni GNSS per diversi tipi di applicazioni
3. Saper scegliere l'approccio metodologico (matematico e fisico) più appropriato per il trattamento delle osservazioni finalizzato alla stima di parametri geometrici
4. Saper presentare e difendere le conoscenze e competenze acquisite durante una prova scritta e/o un colloquio orale.
5. Saper utilizzare i sistemi di gestione dei parametri stimati per applicazioni connesse alla ingegneria ambientale.

10600078 |  
PERICOLOSITA'  
SISMICA E DIFESA  
DEL TERRITORIO

2°

1°

6

ITA

#### Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per la comprensione e la valutazione quantitativa della pericolosità sismica e di altri fenomeni di instabilità del territorio, inclusi quelli derivanti dall'azione umana attraverso la coltivazione delle cave, lo sfruttamento delle risorse naturali e lo scavo di cavità in sotterraneo. Verranno quindi sviluppate competenze nelle valutazioni di resilienza e gestione del rischio e conoscenze intersettoriali.

10606050 | OPERE  
E SISTEMI  
GEOTECNICI

2°

1°

6

ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
<b>Obiettivi formativi</b>				
OBIETTIVI GENERALI				
<p>Il Corso si propone di inquadrare in modo sistematico le conoscenze degli studenti sul comportamento delle opere e dei sistemi geotecnici. Lo studio parte dalle tecniche di indagine per la caratterizzazione dei terreni e dagli strumenti per il monitoraggio del comportamento osservato di opere in vera grandezza. Tale comportamento costituisce il riferimento concettuale per i modelli matematici che vengono studiati nella seconda parte del corso. Obiettivo fondamentale è l'acquisizione delle competenze di base per la comprensione del comportamento e per il dimensionamento di semplici sistemi geotecnici. Particolare attenzione è dedicata allo studio delle azioni e dei meccanismi resistenti delle opere di sostegno e delle fondazioni in condizioni limite, per il dimensionamento di tali opere con riferimento agli stati limite ultimi geotecnici previsti dalla normativa vigente. Si analizzano anche alcuni aspetti riguardanti la valutazione della prestazione degli stessi sistemi geotecnici nelle condizioni di esercizio.</p>				
OBIETTIVI SPECIFICI				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conoscere e comprendere gli elementi di base per la caratterizzazione geotecnica dei depositi naturali, per l'interpretazione di misure di monitoraggio e per la progettazione di opere geotecniche semplici.</li> <li>2. Saper utilizzare le conoscenze apprese per l'analisi di casi studio reali.</li> <li>3. Saper scegliere l'approccio metodologico più appropriato per il dimensionamento di sistemi geotecnici semplici.</li> <li>4. Saper presentare e difendere le conoscenze e competenze acquisite durante un colloquio orale.</li> <li>5. Utilizzare le basi concettuali acquisite per lo studio e la comprensione di sistemi geotecnici più complessi.</li> </ol>				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10600270   PRINCIPI DI CHIMICA AMBIENTALE E DEI PROCESSI CHIMICI SOSTENIBILI	1°	2°	6	ITA
<b>Obiettivi formativi</b>				
<p>Lo scopo del corso è quella di fornire le conoscenze delle interazioni dei principali inquinanti chimici sia in atmosfera che nelle acque. Saranno inoltre fornite conoscenze ed esempi di processi chimici green come soluzioni per la riduzione delle azioni inquinanti nell'ambiente</p>				
10600508   MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY	1°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
<b>Obiettivi formativi</b>				
OBIETTIVI GENERALI				
<p>Il corso si propone di inquadrare in modo sistematico le conoscenze degli studenti su base teorica e pratica di argomenti riguardanti la composizione, la struttura, le proprietà chimiche e fisiche dei materiali e come queste vanno ad influenzare le loro proprietà meccaniche, tecnologiche e di riciclo. Lo studio verterà su materiali di interesse per l'ingegneria industriale: materiali polimerici, materiali metallici, materiali ceramici e materiali compositi.</p> <p>Obiettivo fondamentale è la conoscenza delle proprietà dei materiali utili alla progettazione di primo livello di strutture e/o dispositivi e al loro riciclo.</p>				
OBIETTIVI SPECIFICI				
<p>Conoscenze e capacità di comprendere:</p> <p>Al termine del corso lo studente avrà integrato la sua conoscenza con gli aspetti applicativi tipici della scienza e tecnologia dei materiali; avrà una panoramica completa dei materiali di interesse ingegneristico in relazione alla loro composizione chimica, alla loro struttura e alle caratteristiche di impiego e riciclo. Avrà una conoscenza di base sulle prestazioni dei materiali e sui criteri e relazioni per la progettazione e il riciclo.</p>				
<p>Competenze:</p> <p>Alla fine del percorso di studio lo studente avrà sviluppato la capacità di scegliere il materiale migliore per le applicazioni desiderate. Sarà in grado di prevedere trattamenti chimici e fisici da mettere in atto sui materiali per modificarne la struttura e per migliorarne le proprietà. Sarà in grado anche di mettere in atto gli accorgimenti opportuni per prolungare la vita del materiale e consentirne il riciclo.</p>				
<p>Autonomia di giudizio:</p> <p>Al superamento dell'esame lo studente dovrebbe aver sviluppato la capacità di valutare criticamente i dati analitici del comportamento fisico-meccanico di un materiale per prevederne il comportamento in esercizio.</p>				
<p>Capacità comunicative:</p> <p>Al superamento dell'esame lo studente dovrebbe aver maturato una sufficiente proprietà di linguaggio, quantomeno per quanto attiene la terminologia tecnica specifica dell'insegnamento.</p>				
1035574   VALUTAZIONE GEOCHIMICA DELLA QUALITA' AMBIENTALE	1°	2°	6	ITA
1018593   SISTEMI ENERGETICI A FONTI CONVENZIONALI E RINNOVABILI	2°	1°	6	ITA
<b>Obiettivi formativi</b>				
<p>Sviluppo di competenze relative ai sistemi di generazione di potenza per utenze nei settori residenziale e terziario o industriale di taglia micro.</p> <p>Tali competenze sono relative alla capacità di selezione, dimensionamento e valutazione di fattibilità tecnica. Vengono, inoltre, forniti elementi di modellazione dei sistemi energetici, basati su fonti fossili e rinnovabili, per permettere il corretto accoppiamento utenza-motore. Al termine del corso l'allievo dovrà:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conoscere le principali tecnologie per la produzione di potenza di piccola taglia e cogenerative;</li> <li>- calcolare gli indici di prestazione delle tecnologie energetiche studiate;</li> <li>- dimensionare un sistema di potenza (anche cogenerativo) sulla base di analisi semplificate del fabbisogno energetico di utenze tipo;</li> <li>- elaborare modelli di simulazione di sistemi energetici.</li> </ul>				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

AAF1044 |  
TIROCINIO

2°

2°

6

ITA

**Obiettivi formativi**

Tirocinio

AAF1846 |  
LABORATORIO DI  
MODELLIZZAZION  
E SISTEMI  
ENERGETICI

2°

2°

3

ITA

**Obiettivi formativi**

Il Corso si propone di inquadrare in modo sistematico le conoscenze degli studenti nel settore delle tecnologie di conversione dell'energia, della trasformazione in energia utile, dell'uso razionale e dell'impatto ambientale e sociale.

Il laboratorio parte dall'analisi dei problemi propri della modellazione di sistemi energetici complessi, posta nella luce degli scenari di transizione energetica, ed affronta poi lo studio delle competenze necessarie a costruire modelli dinamici di sistemi o reti di potenza.

Gli studenti avranno quale compito d'anno la progettazione di modelli di sistemi energetici complessi (offerta-domanda di energia) e l'analisi critica delle loro prestazioni.

AAF1847 |  
LABORATORIO DI  
CALCOLO  
NUMERICO

2°

2°

3

ITA

**Obiettivi formativi**

Il corso introduce al funzionamento e all'uso di un sistema di elaborazione con un'enfasi sugli strumenti e le tecniche impiegate per la sua programmazione e sulla sua struttura, sia hardware che software.

Obiettivi specifici sono: la conoscenza

- dei costrutti di un linguaggio di programmazione reale,
- dei principi con cui vengono formulati gli algoritmi sulle principali strutture dati che fanno uso di array,
- degli elementi fondamentali dell'architettura dei sistemi di calcolo,
- della rappresentazione delle informazioni mediante codifica con particolare riferimento alla rappresentazione dei numeri, degli strumenti di sviluppo del software, dei sistemi operativi .

In termini di abilità e competenze, sono obiettivi del corso :

- la capacità di formulare un algoritmo in linguaggio C un ambiente di sviluppo specifico,
- di effettuare il testing e il debugging, e la capacità di usare l'ambiente MATLAB per lo sviluppo di applicazioni tecnico-scientifiche,
- la costruzione di interfacce grafiche.

AAF1848 |  
LABORATORIO DI  
PROGETTAZIONE  
DEL TERRITORIO

2°

2°

3

ITA

**Obiettivi formativi**

Il laboratorio ha l'obiettivo generale di applicare gli elementi teorici e tecnici della pianificazione territoriale e urbanistica al fine di impostare l'implementazione di uno degli strumenti che si applicano nei processi di pianificazione, come progetti di fattibilità tecnico economica, valutazioni di impatto ambientale, valutazioni ambientali strategiche ecc.

AAF1850   LABORATORIO DI IMAGING IPERSPETTRALE	2°	2°	3	ITA
---	----	----	---	-----

**Obiettivi formativi**

Il laboratorio di imaging iperspettrale consiste nell'applicazione di tecniche di analisi d'immagine iperspettrale finalizzate al riconoscimento, alla caratterizzazione, al sorting e al controllo di qualità di materie prime primarie e secondarie.

Gli studenti impareranno ad acquisire e interpretare le immagini iperspettrali e l'analisi dei dati con soluzioni software user-friendly e intuitive.

Gli studenti saranno introdotti alle basi della chemiometria, della spettroscopia visibile e del vicino infrarosso e dell'imaging digitale attraverso lo svolgimento del laboratorio, utilizzando strumenti iperspettrali ad alta velocità.

AAF1978   LABORATORIO DI GESTIONE DELL'ECONOMIA CIRCOLARE	2°	2°	3	ITA
---	----	----	---	-----

**Obiettivi formativi**

**OBIETTIVI GENERALI**

Il laboratorio ha l'obiettivo di fornire un quadro teorico e pratico del legame tra economia, società e ambiente, analizzando il sistema di decisioni e di policy che l'operatore pubblico implementa per gestire le questioni ambientali derivanti dalle attività economiche.

**OBIETTIVI SPECIFICI**

Il laboratorio si pone come mezzo per acquisire e approfondire la comprensione di questioni e principali metodologie per l'analisi dei fenomeni socio-ambientali, delle esternalità, dell'uso delle risorse, della loro interazione con il sistema economico in un'ottica che ricomprenda entrambe le direttrici della crescita e dello sviluppo.

I risultati di apprendimento previsti da accertare sono:

**Conoscenza e comprensione.** Gli studenti devono acquisire conoscenze teoriche e comprensione applicata delle relazioni tra salvaguardia ambientale, perseguimento dell'efficienza economica ed esternalità di mercato. Si approfondirà la sostenibilità come sintesi tra la capacità di promuovere la crescita attraverso l'allocazione soddisfacente delle risorse e dei beni e la capacità di preservare la base ecologica dello sviluppo.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione.** Gli studenti saranno in grado di comprendere e valutare, con spirito critico e autonomia di giudizio, il ruolo della politica ambientale e dell'intervento pubblico nell'orientare e regolamentare i mercati e gli operatori verso la sostenibilità: dalla distribuzione delle risorse e del reddito ai principali effetti economici, nonché di ipotesi, strumenti e politiche ambientali alternative a quelle correnti (tassazione ambientale, certificati di inquinamento, green economy, blue economy).

**Autonomia di giudizio.** Gli studenti sapranno impiegare sul piano concettuale e operativo le conoscenze acquisite con autonoma capacità di valutazione: al termine del laboratorio, gli studenti conseguiranno capacità di giudizio e spirito critico su proposte e scelte di politica ambientale. Saranno in grado di analizzare i principali effetti economici delle scelte pubbliche e private in materia ambientale, sia sul piano dell'equità che dell'efficienza.

**Abilità comunicative.** Gli studenti acquisiranno il linguaggio proprio della disciplina così da poter comunicare senza ambiguità con interlocutori specialisti e non specialisti quali imprese e istituzioni.

**Capacità di apprendimento.** Gli studenti svilupperanno competenze che permetteranno loro di approfondire in autonomia la disciplina, anche e soprattutto nei contesti lavorativi nei quali opereranno. Il laboratorio approfondirà, con rigorosa impostazione formale, metodologie di valutazione dei costi e dei benefici ambientali.

AAF2051   LABORATORIO DI FLUIDODINAMICA COMPUTAZIONALE	2°	2°	3	ITA
---	----	----	---	-----

## Obiettivi formativi

### OBIETTIVI GENERALI

Il Corso si propone di integrare le conoscenze degli studenti nel campo della simulazione numerica di problemi di fluidodinamica nel contesto ambientale. Partendo dall'analisi teorica del comportamento di schemi numerici in semplici equazioni modello, lo studente sarà introdotto ai principi alla base del funzionamento di codici di calcolo bidimensionali e tridimensionali. Il corso si prefigge inoltre l'obiettivo di formare lo studente all'uso degli strumenti di calcolo più appropriati per l'analisi ingegneristica di problemi di fluidodinamica ambientale. Parte integrante del corso sono una serie di esercitazioni con codici di calcolo messi a disposizione dal docente.

### OBIETTIVI SPECIFICI

1. Conoscere e comprendere gli approcci impiegati nell'analisi numerica di problemi di fluidodinamica applicata al contesto ambientale
2. Saper utilizzare i modelli appresi alla soluzione di casi studio reali
3. Saper scegliere l'approccio numerico più appropriato nella risoluzione di problemi legati a fenomeni di fluidodinamica ambientale
4. Saper presentare e difendere le proprie conoscenze e competenze acquisite durante un colloquio orale
5. Saper scrivere un rapporto tecnico relativo a risultati di simulazioni fluidodinamiche
6. Capacità di proseguire autonomamente nell'acquisizione di nuove conoscenze in ambiti specialistici della fluidodinamica computazionale

## Obiettivi formativi

Il corso di laurea magistrale in Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile si pone come obiettivo principale la formazione di una figura di ingegnere con un'impostazione analitica e un approccio progettuale fortemente interdisciplinari, capace di affrontare le problematiche della sostenibilità ambientale unendo le metodiche dell'ingegneria civile a quelle dell'ingegneria industriale e sapendo convivere con l'incertezza derivante dalla conoscenza dei sistemi complessi. Una figura con competenze in diversi campi disciplinari che le consentono sintesi analitiche e progettuali nelle e tra le diverse scale di studio ed intervento dell'ingegnere ambientale, dalla scala micro della caratterizzazione dei materiali, alla scala meso del progetto di sito, a quella macro dell'assetto del territorio. Gli obiettivi formativi specifici del corso si legano alle questioni emergenti che contraddistinguono la ricerca della sostenibilità ambientale ed in particolare all'acquisizione di metodi e tecniche per: - la riduzione del consumo di risorse, la minimizzazione degli scarti, il controllo ed il risanamento di siti inquinati, il corretto smaltimento dei rifiuti ed il riciclo dei materiali nell'ottica dell'economia circolare; - la diminuzione del consumo di energia, l'efficientamento energetico di impianti ed edifici, l'uso di energie rinnovabili, la pianificazione energetica; - la valorizzazione delle georisorse, con riferimento sia alla fase di esplorazione, sia a quella di prima trasformazione, nonché alla fase di ripristino delle aree oggetto di coltivazione; - la prevenzione, il controllo e l'intervento sui fenomeni di instabilità dei terreni sia di origine naturale che antropica; - la gestione della risorsa acqua, relativamente alla captazione e sfruttamento di falde sotterranee, nonché all'ottimizzazione degli usi; - il controllo e la gestione delle acque superficiali e delle dinamiche costiere sia in riferimento all'azione antropica che alla prevenzione degli eventi catastrofici dovuti ai cambiamenti climatici; - il rilievo e l'analisi delle trasformazioni naturali e antropiche del territorio e l'organizzazione dei dati all'interno di sistemi informativi territoriali; - la definizione di assetti territoriali sostenibili degli insediamenti umani e delle relative infrastrutture per la mobilità stradale e ferroviaria. L'insieme di questi obiettivi si riflette nei diversi insegnamenti offerti che possono essere raggruppati in quattro principali ambiti tematici: 1. Risorse ambientali e antropiche ed energie rinnovabili; 2. Difesa del suolo e strutture antropiche; 3. Difesa idraulica e costiera e gestione delle georisorse fluide 4. Pianificazione e gestione del territorio e della mobilità. I quattro ambiti, oltre ad essere in coerenza con le peculiari caratteristiche e problematiche del territorio pontino, principale "laboratorio" del corso di laurea magistrale, costituiscono un riferimento per consentire un equilibrato bilanciamento dei vari contributi disciplinari e un orientamento utile per gli studenti. Tuttavia non generano vincoli di indirizzo nel percorso formativo, poiché, al di là di alcuni insegnamenti obbligatori rappresentativi di ogni ambito e aventi anche funzione di consolidamento della formazione avuta nella laurea, lo studente ha un'ampia libertà di scelta. Così nel primo anno abbiamo sei insegnamenti obbligatori (Risorse non rinnovabili e urban mining, Tecnica delle costruzioni, Meccanica dei fluidi per l'ambiente, Fondamenti di Geotecnica, Rilievo geodetico, Progettazione del territorio) per un totale di 51 CFU, mentre nel secondo anno abbiamo solo un insegnamento obbligatorio (Valutazione e uso sostenibile delle risorse ambientali) di 9 CFU. Lo studente ha dunque a disposizione 30 CFU opzionali nell'offerta del corso, di cui 12 CFU a libera scelta anche in altri CdS. Il percorso formativo si conclude con 30 CFU collocati nell'ultimo semestre, dedicati al tirocinio o ai laboratori propedeutici alla tesi di laurea e a quest'ultima, a cui è

dato ampio spazio in ragione della complessità analitica e progettuale dei temi della sostenibilità ambientale (si veda il quadro A5a).

## **Profilo professionale**

### **Profilo**

Ingegnere dell' Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile

### **Funzioni**

Il Corso di Studi prepara alla professione di Ingegnere esperto nelle problematiche legate al monitoraggio ambientale e alla progettazione e gestione sostenibile dell'ambiente e del territorio. Al laureato magistrale in Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile sono riservati i compiti di progettazione e ricerca finalizzati alla realizzazione e gestione delle strutture e delle infrastrutture territoriali e dei sistemi di salvaguardia dell'ambiente e del territorio, promuovendo l'uso razionale e sostenibile delle risorse sia reperibili in natura che risultato delle attività dell'uomo.

### **Competenze**

Data l'elevata professionalità della figura, il laureato magistrale in Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile deve possedere padronanza degli argomenti caratterizzanti il Corso di Studi e capacità di applicarli in maniera autonoma in un contesto lavorativo di progettazione e ricerca, oltre a un elevato livello di capacità relazionali e di comunicazione. Gli ambiti professionali tipici dei laureati in Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile sono quelli della: i) ricerca di base ed applicata, ii) progettazione ambientale autonoma e avanzata, iii) innovazione e sviluppo eco-sostenibile delle tecnologie produttive, iv) pianificazione e programmazione delle trasformazioni territoriali, v) gestione di sistemi complessi, con particolare riferimento all'interazione delle attività umane con l'ambiente, di diversa natura e a diversa scala,

### **Sbocchi lavorativi**

I laureati in Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile possono trovare occupazione presso imprese, enti pubblici e privati e studi professionali per la progettazione, pianificazione, realizzazione e gestione di opere, di sistemi complessi di indagine, controllo e monitoraggio dell'ambiente e del territorio, di difesa del suolo, di gestione delle materie prime e delle risorse ambientali, di quelle geologiche ed energetiche, dei rifiuti e della valutazione dell'impatto e della sostenibilità ambientale di piani e di opere. I principali ambiti professionali individuati grazie alla collaborazione con enti pubblici e privati e in genere con gli attori rilevanti per il territorio di riferimento del CdS sono di seguito riassunti: aziende del settore chimico-farmaceutico, del settore agro-industriale e del settore delle materie prime; aziende agricole, anche in riferimento alle potenzialità che il titolo offre di inserimento negli albi professionali degli Agrotecnici laureati; enti locali della pubblica amministrazione; enti autonomi della pubblica amministrazione finalizzati alla tutela e gestione dell'ambiente e del territorio; società pubblico-private o società di capitale specializzate nei settori dei servizi per l'ambiente o la gestione di impianti di rilevante valenza ambientale.

# **Frequentare**

## **Laurearsi**

'La prova finale consiste nella elaborazione di un lavoro di tesi di laurea magistrale originale, nella sua presentazione e discussione. Il lavoro di tesi può avere contenuto sperimentale o progettuale, teorico o computazionale. La tesi di laurea magistrale è sviluppata attraverso un percorso che può prevedere a supporto la frequenza di uno dei laboratori presenti nell'offerta formativa, i quali costituiscono l'esperienza propedeutica alla realizzazione di studi sperimentali e/o progettuali finali. La prova finale prevede l'assegnazione di 24 CFU.'

# Organizzazione

## Presidente del Corso di studio - Presidente del Consiglio di area didattica

Alessandro Corsini

## Tutor del corso

ALBERTO BUDONI  
FABRIZIO SARASINI  
SILVIA SERRANTI  
ALESSANDRO CORSINI

## Manager didattico

## Rappresentanti degli studenti

SARA ENDERLE  
GIULIA RIGONI

## Docenti di riferimento

ALBERTO BUDONI  
FRANCESCO CIOFFI  
ANDREA CAPPELLI  
RICCARDO LICCIARDELLO  
GIUSEPPE CAPOBIANCO  
DANIELA BOLDINI  
VALERIO BAIOCCHI  
LUCA MASINI

## Regolamento del corso

Gli studenti sono tenuti a presentare il piano di studio (funzione Percorso formativo di Infostud) all'inizio del primo anno di corso (indicativamente tra l'1 e il 30 novembre) e nei periodi che vengono di volta in volta riportati sul sito del CAD. Con gli stessi tempi e modalità gli studenti iscritti ad anni successivi al primo o fuori corso potranno presentare domanda di variazione al piano di studi individuale. Gli studenti possono, previa autorizzazione del Consiglio d'Area, svolgere un periodo di studio all'estero nell'ambito del progetto LLP Erasmus. La verifica dell'apprendimento relativa a ciascun insegnamento avviene di norma attraverso un esame (E) che può prevedere prove orali e/o scritte secondo modalità definite dal docente e comunicate insieme al programma. Per alcune attività non è previsto un esame ma un giudizio di idoneità (V); anche in questo caso le modalità di verifica sono definite dal docente. Programmi e modalità di verifica dell'apprendimento I programmi dei corsi e le modalità di verifica dell'apprendimento sono consultabili sul sito web della Sapienza – Catalogo dei corsi – box Frequentare <https://corsidilaurea.uniroma1.it/>

# Assicurazione qualità

## Consultazioni iniziali con le parti interessate

Le esigenze delle Parti interessate sono state individuate sia attraverso l'analisi di fonti normative, studi e ricerche di Alma Laurea, Ordine degli Ingegneri e Confindustria sia attraverso le consultazioni dirette. Le aziende sono state consultate, a livello di Facoltà, a partire dal 2006 attraverso il Protocollo di Intesa 'Diamoci Credito' siglato con Grandi Imprese nazionali, con l'obiettivo di concorrere alla valutazione, progettazione e sviluppo di un'offerta formativa adeguata alle esigenze del mondo del lavoro, integrare il processo formativo, orientare gli studenti e facilitarne l'ingresso nel mondo del lavoro. In questo ambito si sono realizzati incontri a diversi livelli (Comitato paritetico e tecnico) e manifestazioni pubbliche. Ulteriori occasioni di consultazioni sono state gestite dal Cds per lo sviluppo dei tirocini e dai Dip. nei rapporti di collaborazione di ricerca. Nell'incontro finale della consultazione del 24 gennaio 2008, sulla base delle motivazioni presentate e tenuto conto della consultazione e delle valutazioni effettuate precedentemente dalle facoltà proponenti, considerando favorevolmente la razionalizzazione dell'offerta complessiva con riduzione del numero dei corsi, in particolare dei corsi di laurea, preso atto che nessun rilievo è pervenuto nella consultazione telematica che ha preceduto l'incontro e parimenti nessun rilievo è stato formulato durante l'incontro, viene espresso parere favorevole all'istituzione dei singoli corsi, in applicazione del D.M. 270/2004 e successivi decreti.

## Consultazioni successive con le parti interessate

La Facoltà ha effettuato una consultazione con le parti sociali in data 18 gennaio 2011, raccogliendo il parere favorevole delle organizzazioni sindacali, produttive e professionali alla riorganizzazione dell'offerta formativa del Polo di Latina. Nell'incontro finale della consultazione a livello di Ateneo del 2 marzo 2012, considerati i risultati della consultazione tramite comunicazione elettronica che lo ha preceduto, le organizzazioni intervenute hanno espresso parere favorevole. A livello di Facoltà è attiva una regolare consultazione delle organizzazioni rappresentative degli ambiti professionali ai quali è diretta la proposta formativa dei CdS, effettuata tramite il Protocollo di intesa FIGI - Facoltà di Ingegneria e Grandi Imprese (<http://figi.ing.uniroma1.it/#governance>). Il giorno 28 aprile 2022 i presidenti dei corsi di studio della Facoltà hanno incontrato aziende di vari settori sia per presentare l'offerta formativa sia per approfondire gli aspetti dell'offerta rispetto alle sfide di innovazione, transizione ecologica e nuove tecnologie. Pur ritenendo significative le indicazioni emerse da questo incontro, il CAD di Ingegneria Civile e Industriale, seguendo le Linee guida ANVUR per l'Accreditamento periodico delle sedi e dei corsi di studio universitari, ha costituito un Comitato di Indirizzo (di seguito CI) legato strettamente al territorio provinciale della sede di Latina per definire un quadro di insieme più approfondito e contestualizzato. Nel dettaglio costituiscono il CI i seguenti soggetti: associazioni datoriali Confindustria e FederLazio, Camera di Commercio, Lazio Innova, Enti Pubblici, dirigenti tecnici degli enti locali, esponenti del mondo dell'industria e degli ordini professionali. La Consultazione del CI del 3 maggio 2022, a cui hanno partecipato tutti i relativi membri costituenti, ha consentito di illustrare lo stato attuale dell'offerta formativa della sede di Latina di Sapienza nell'area dell'ingegneria civile-industriale e le relative attività di ricerca ed interazioni con il territorio svolte anche attraverso il Ce.R.S.I.Te.S., il Centro di ricerca e servizi che gestisce il Polo di Latina di Sapienza, le quali valorizzano il ruolo del presidio ingegneristico nelle sue competenze sui temi della sostenibilità delle tecnologie, dei processi, e dell'uso delle risorse. Da parte del CI è emersa chiaramente la conferma della forte domanda di figure professionali in grado di contribuire allo sviluppo del territorio, alla transizione ecologica e alla sostenibilità della trasformazione insediativa e dei processi produttivi. Tale richiesta sul territorio è anche rafforzata dalle iniziative per il potenziamento delle attività di ricerca portate avanti da Sapienza tra cui: il recente accordo per l'utilizzo dell'area ex-CIAPI, siglato tra Sapienza e CCIA Frosinone e Latina al fine di costruire un hub Sapienza per il trasferimento tecnologico verso il settore industriale; le interazioni con enti di ricerca quali il CNR; il coinvolgimento di molti dei membri del CI nell'area della Missione 2 e 4 del PNRR, in particolare le azioni Rome Technopole di Spoke sulla formazione professionalizzante. Inoltre, anche gli studi di settore, tra cui si citano i lavori di analisi svolti in seno all'Osservatorio delle Imprese (<https://www.ing.uniroma1.it/osservatoriodelleimpres>) in seno alla Facoltà ICI: "Industria Italia, Ce la faremo se saremo intraprendenti" ([https://www.editricesapienza.it/sites/default/files/6010\\_Gallo\\_Industria\\_Italia.pdf](https://www.editricesapienza.it/sites/default/files/6010_Gallo_Industria_Italia.pdf)) e "Industria, che investimenti occorrono" (<https://www.ing.uniroma1.it/sites/default/files/Industria%20Sapienza.pdf>), mettono in luce la necessità di aumentare il cortocircuito tra la formazione di punta e le aziende, per favorire la competitività attraverso l'innovazione e il saper fare di stampo tecnico.

## **Organizzazione e responsabilità della AQ del Cds**

Il Sistema di Assicurazione Qualità (AQ) di Sapienza è descritto diffusamente nelle Pagine Web del Team Qualità consultabili all'indirizzo <https://www.uniroma1.it/pagina/team-qualita>. Nelle Pagine Web vengono descritti il percorso decennale sviluppato dall'Ateneo per la costruzione dell'Assicurazione Qualità Sapienza, il modello organizzativo adottato, gli attori dell'AQ (Team Qualità, Comitati di Monitoraggio, Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti, Commissioni Qualità dei Corsi di Studio), i Gruppi di Lavoro attivi, le principali attività sviluppate, la documentazione predisposta per la gestione dei processi e delle attività di Assicurazione della Qualità nella Didattica, nella Ricerca e nella Terza Missione. Le Pagine Web rappresentano inoltre la piattaforma di comunicazione e di messa a disposizione dei dati di riferimento per le attività di Riesame, di stesura delle relazioni delle Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti e dei Comitati di Monitoraggio e per la compilazione delle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca. Ciascun Corso di Studio e ciascun Dipartimento ha poi facoltà di declinare il Modello di Assicurazione Qualità Sapienza definito nelle Pagine Web del Team Qualità nell'Assicurazione Qualità del CdS/Dipartimento mutuandolo ed adattandolo alle proprie specificità organizzative pur nel rispetto dei modelli e delle procedure definite dall'Anvur e dal Team Qualità. Le Pagine Web di CdS/Dipartimento rappresentano, unitamente alle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca, gli strumenti di comunicazione delle modalità di attuazione del Sistema di Assicurazione Qualità a livello di CdS/Dipartimento.