



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER  
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Questa tabella sostituisce la tabella allegata al Regolamento didattico del corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio emanato con DR n. 542 del 25 giugno 2021 e si applica a partire dalla coorte 2023/2024.

**Tabella 1 – Obiettivi delle attività formative previste dal percorso Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio: obiettivi delle attività formative previste a partire dalla coorte a.a. 2021/2022 e fino ad emanazione di un nuovo Regolamento didattico**

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Ecoidraulica	Il corso è centrato sulle interazioni tra morfologia, regime delle portate e componente biologica dell'ecosistema fluviale, fornendo strumenti per integrare qualità ambientale e sicurezza idraulica nella gestione dei corsi d'acqua, coerentemente con le direttive nazionali ed europee. Vengono approfondite metodologie quantitative per la valutazione e modellazione della qualità morfologica, la disponibilità di habitat per specie target, l'interazione tra vegetazione riparia e morfodinamica fluviale. Le applicazioni pratiche sono centrate sulla definizione dei deflussi ecologici e sui progetti di riqualificazione fluviale.
Ecologia applicata	Il corso approfondisce temi dell'ecologia attraverso l'analisi di casi concreti per fornire competenze e strumenti di comprensione dell'ambiente funzionali alla progettazione e alla pianificazione ecologica. Si presentano casi di studio su scala sia locale con riferimento al territorio montano, sia globale, con attenzione al problema dello sviluppo dei paesi svantaggiati, alla perdita di biodiversità ed inquinamento delle catene trofiche. Tra i temi vi sono deforestazione, modellazione ecologica, GIS, ecotossicologia, gestione faunistica, specie invasive.
Energie rinnovabili	Il corso si propone di fornire le competenze ingegneristiche relative alla progettazione di impianti rinnovabili quali gli impianti solari sia termici sia fotovoltaici, gli impianti geotermici e a biomassa includendo sia processi convenzionali sia innovativi quali la gassificazione. Una parte significativa del corso sarà dedicata all'integrazione delle varie fonti energetiche, all'analisi delle valutazioni economiche e del loro impatto nella riduzione delle emissioni rispetto alle fonti fossili.
Fisica e modellistica dell'atmosfera	Il corso offre un approfondimento dei processi atmosferici di interesse per diverse applicazioni dell'ingegneria ambientale. In particolare, si esaminano le dinamiche atmosferiche a scala sinottica tipiche delle medie latitudini, i fenomeni alla mesoscala in ambiente montano e i processi dello strato limite atmosferico. Ampio spazio viene dedicato alle applicazioni di tali conoscenze, con particolare riferimento agli strumenti modellistici per la previsione meteorologica, la simulazione della dispersione degli inquinanti e la valutazione di energie da fonti rinnovabili.



**REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER  
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

Geomatica e telerilevamento	Si introducono le missioni satellitari per l'osservazione della Terra; sistemi per il posizionamento e la navigazione satellitare globale GNSS, per il telerilevamento ottico e radar, sistemi basati su tecnologie LASER. Progetto ed esecuzione di rilievi per il controllo, GNSS in tempo reale e di rilievi LASER da terra per applicazioni nell'ambito dell'ingegneria per l'ambiente, naturale e costruito, e il territorio. Si curano aspetti operativi e metodologici per elaborare dati geometrici e radiometrici con tecniche geomatiche.
Gestione delle acque e dei sedimenti per lo sviluppo sostenibile	Il corso è centrato sul nesso fra acqua, sedimento e sviluppo in differenti contesti geografici, dalla scala globale a quella locale. Gli studenti apprendono: (1) quale influenza ha lo sviluppo umano sugli usi dell'acqua e sulle relative dinamiche del sedimento, e viceversa; (2) ad applicare strumenti ingegneristici per quantificare gli usi idrici e per progettare soluzioni tecniche sostenibili. Argomenti del corso: WASH: servizi idrici di base in aree rurali/periurbane in via di sviluppo; effetti ambientali degli usi dell'acqua e del sedimento; processi erosivi, gestione fluviale in contesti in via di sviluppo; progetto di sistemi irrigui e relativi requisiti idrici
Gestione integrata delle risorse idriche	Il corso ha l'obiettivo di fornire agli allievi ingegneri le tecniche e gli strumenti matematici utilizzati nella pianificazione, progettazione e gestione delle risorse idriche in un contesto di crescente pressione antropica e dei cambiamenti climatici. Il corso focalizzerà la sua attenzione sulle infrastrutture idrauliche presenti nelle reti fluviali e sui sistemi di approvvigionamento idrico. Al termine delle lezioni lo studente sarà in grado di quantificare la disponibilità delle risorse idriche nelle reti fluviali e negli acquiferi, conoscerà i principi di funzionamento delle opere idrauliche trattate e le metodologie di calcolo che ne consentono il dimensionamento.
Idrodinamica	Il corso è dedicato allo studio dell'idrodinamica delle correnti fluviali ed è orientato all'acquisizione di conoscenze teoriche e pratiche, anche tramite l'utilizzo di modelli numerici e misure di laboratorio, finalizzate alla gestione del rischio idraulico e alla progettazione di interventi di ingegneria fluviale. Il corso fornisce strumenti per la comprensione dei modelli utilizzati nell'idraulica dei sistemi naturali, per la determinazione del comportamento di correnti in condizioni permanenti e la modellazione di deflussi non stazionari, con particolare riferimento alla propagazione di onde di piena. Il corso fornisce inoltre nozioni di base sul trasporto di sedimenti propedeutiche allo studio delle correnti a fondo mobile.
Infrastrutture idrauliche urbane	Il corso si propone di insegnare agli allievi ingegneri gli elementi necessari per la caratterizzazione delle principali infrastrutture idrauliche urbane (reti di distribuzione e di drenaggio) in un'ottica sistematica finalizzata a far fronte alle sempre maggiori pressioni imposte dai cambiamenti climatici. Il corso comprende lezioni teoriche in cui vengono trasmesse le conoscenze necessarie al calcolo idraulico delle reti in pressione e a pelo libero, alla comprensione della funzionalità dei dispositivi idraulici principali e alla



**REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER  
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

	valutazione di adeguate strategie di mitigazione (Best Management Practices) per attenuare gli effetti dei cambiamenti climatici.
Ingegneria degli acquiferi e dei siti contaminati	Il corso fornisce agli allievi ingegneri le competenze necessarie alla progettazione di sistemi di gestione e risanamento dei siti contaminati. La prima parte del corso affronta lo studio del flusso dell'acqua e del trasporto di agenti contaminanti nel sottosuolo. La seconda parte è invece dedicata all'analisi di rischio, seguita dalla progettazione degli interventi di bonifica delle matrici ambientali contaminate. Attenzione verrà data anche alla progettazione dei sistemi di monitoraggio e delle opere di utilizzazione delle risorse idriche sotterranee.
Ingegneria fluviale	Il corso è orientato a fornire conoscenze e strumenti per la pianificazione e progettazione di interventi di sistemazione e rinaturalizzazione dei corsi d'acqua e di gestione del rischio idraulico. Il corso integra contenuti relativi ai processi morfodinamici che determinano, alle diverse scale spaziali, l'assetto plano-altimetrico dei corsi d'acqua e le traiettorie evolutive in risposta a fattori di alterazione di origine naturale e antropica, con conoscenze relative alle più diffuse tipologie di intervento e opere di difesa fluviale e di gestione dei deflussi liquidi e solidi. Il corso comprende una parte applicativa che consiste nella redazione di un progetto completo di sistemazione di un corso d'acqua.
Ingegneria per lo sviluppo sostenibile internazionale: Metodi e progetto	L'insegnamento (2 moduli) introduce ai diversi approcci applicativi dello sviluppo sostenibile (SS) in ambito internazionale. Esamina i contesti (geopolitici, istituzionali, storici, economici, tecnologici), con i legami tra ambiente/cambiamenti climatici e povertà/disuguaglianze, e le agende globali/locali per lo SS. Analizza poi diversi metodi di implementazione adottati da un'ampia gamma di stakeholder. Aggiunge tecniche di: progettazione partecipata, gestione di conflitti ambientali e analisi antropologica (modulo 1). Indi (modulo 2) affronta un progetto ambientale in un contesto territoriale concreto. Gestito in partenariato con attori internazionali/locali, culmina in una missione sul campo, preparata a livello sia tecnico che di gestione progettuale. Gli studenti imparano a: applicare al progetto le proprie conoscenze teoriche, interagire con vari attori pubblici/privati, gestire progettualità in contesti multiculturali e interdisciplinari.
Inquinanti emergenti e strategie di risanamento	Nella prima parte il corso fornirà conoscenze sul concetto di sostenibilità ed inquinamento allo stato gassoso, liquido e solido. Si tratterà la valutazione del Ciclo di vita (LCA) applicata ai materiali e ai processi. Saranno discussi casi di inquinanti emergenti, dal punto di vista della loro natura chimica, delle caratteristiche di diffusione, solubilizzazione e mescolamento. Verranno presentate le tecniche analitiche per la valutazione del tipo e della quantità di inquinanti, anche attraverso la discussione di casi reali di inquinamento. Nella seconda parte, saranno trattati gli approcci ingegneristici alla risoluzione di casi reali di inquinamento dell'aria, dei corsi d'acqua e di terreni, con particolare attenzione ai processi decisionali.



**REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER  
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

Metodi numerici per l'ambiente	Il corso introduce gli studenti all'analisi, implementazione e applicazione di metodi numerici moderni per la soluzione di equazioni differenziali, ordinarie (ODE) ed alle derivate parziali (PDE) con applicazioni in meccanica. Diversi approcci sono presentati (metodi alle differenze finite e ai volumi finiti, metodi semi-impliciti), con applicazioni a equazioni iperboliche (equazioni alle acque basse), paraboliche lineari (equazione del calore) ed ellittiche (Poisson) e alle equazioni di Navier-Stokes incomprimibili. Una parte importante del corso è dedicata al laboratorio didattico nel quale tutti i metodi vengono anche implementati al computer; alcuni metodi numerici saranno poi utilizzati nel corso di Idrodinamica.
Modellazione idrologica	Il corso si propone di insegnare a simulare il ciclo idrologico a varie scale spaziali allo scopo di poter gestire adeguatamente la risorsa idrica e di prevenire il rischio delle piene. L'importanza di questi due temi è ampiamente trattata dalle direttive quadro EU 2000/60/CE o "direttiva acque" e 2007/60/CE, "direttiva piene". Al termine del corso, uno studente dovrà essere in grado di modellare in autonomia le portate, l'evaporazione e la traspirazione in un bacino fluviale di varie dimensioni, dopo averlo delineato a partire da dati digitali del terreno. Lo studente dovrà dimostrare di aver compreso criticamente i concetti che stanno alla base della modellazione idrologica presentata.
Modellistica ambientale avanzata e applicazioni	Il corso tratta le applicazioni al mondo reale di metodi numerici avanzati per la meccanica dei fluidi ambientale. Il primo modulo si concentra sui metodi per equazioni iperboliche (idraulica a fondo mobile) paraboliche nonlineari (equazione del calore; equazione di Richards per flussi in mezzi porosi), sui metodi agli elementi finiti per equazioni ellittiche lineari (con applicazioni alla meccanica dei solidi e dei fluidi) e sulla parallelizzazione necessaria per le applicazioni a problemi complessi. Nel secondo modulo, i metodi numerici sono implementati per lo studio di processi di trasporto complessi, con applicazioni reali a: modellazione della turbolenza; moti stratificati; getti e pennacchi; modelli di qualità dell'acqua e dell'aria. Il corso contiene delle sessioni pratiche del tipo hands-on in laboratorio di calcolo e richiede la redazione di una relazione progettuale sul caso di studio.
Pianificazione ecologica del territorio	Il corso fornisce conoscenze relative al contenuto e ai processi formativi degli strumenti di pianificazione territoriale, con particolare riferimento agli aspetti ecologici e di sostenibilità ambientale. Gli studenti impareranno a identificare e analizzare le informazioni biofisiche e antropiche di un contesto; selezionare e applicare metodologie e strumenti a supporto della formulazione di scelte di pianificazione territoriale; proporre interventi ecosystem-based. Il corso include un modulo sulla pianificazione territoriale in Italia e un'introduzione alla Valutazione di Impatto Ambientale.
Processi di trasporto nell'ambiente	Il corso ha l'obiettivo di fornire i fondamenti teorici e le nozioni pratiche per affrontare problemi ambientali connessi con il mescolamento e lo smaltimento di inquinanti nei corpi idrici e in atmosfera. Verranno analizzati i meccanismi fisici di trasporto (diffusione,



**REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER  
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

	diffusione turbolenta, dispersione), con un'introduzione alla meccanica della turbolenza, e i processi biochimici più rilevanti. Gli studenti saranno in grado di esaminare casi di studio anche utilizzando modelli numerici.
Progettazione di impianti per il recupero di energia da rifiuti	Sono trasferite conoscenze di base per dimensionare gli impianti che caratterizzano il settore in termini di recupero di energia da rifiuti. Sono sviluppati esempi di progettazione di impianti per la produzione di energia da digestione anaerobica e da gassificazione di rifiuti speciali. Ad integrazione di ciò, sono fornite le basi per il dimensionamento di sistemi di recupero energetico da biogas di discarica.
Progettazione di impianti di trattamento delle acque	Il corso copre le basi teoriche dei processi coinvolti nei sistemi di trattamento delle acque reflue, inclusa la caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle acque reflue. Gli studenti imparano a pianificare e progettare i sistemi di pre-trattamento, trattamento primario, gli stadi biologici e il trattamento e smaltimento dei fanghi, che includono processi fisici, chimici e biologici. Il corso si concentrerà anche sugli impianti di trattamento delle acque per produrre acqua potabile. Dopo aver completato questo corso, gli studenti saranno in grado di progettare e gestire impianti di trattamento delle acque reflue al fine di rispettare i limiti di legge e combinare diversi processi di trattamento per la produzione di acqua potabile.
Progettazione di infrastrutture idrauliche urbane	Il corso si propone di insegnare agli allievi ingegneri gli elementi necessari al dimensionamento e alla gestione delle reti di distribuzione e di drenaggio urbano in un contesto di cambiamento climatico. Il corso progettuale-applicativo è organizzato in una serie di lezioni e analisi di casi studio reali, in cui vengono illustrati i principali aspetti progettuali volti ad una gestione sostenibile della risorsa idrica in ambiente urbano. Particolare attenzione verrà rivolta alle nuove strategie di gestione-mitigazione del rischio di inondazione basate sull'introduzione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile (infrastrutture "verdi" e "blu") per la gestione della risorsa idrica con un approccio integrato.
Progettazione di sistemi integrati per il recupero di materia da rifiuti urbani	Sono trasferite conoscenze di base per dimensionare gli impianti che caratterizzano il settore in termini di recupero di materia da rifiuti urbani. Sono fornite le metodologie per caratterizzare i rifiuti e gli strumenti per dimensionare un sistema sostenibile basato sul principio dell'urban mining, includendo le strategie di raccolta. Ad integrazione di competenze progettuali su processi biochimici e meccanici, sono fornite le basi per il dimensionamento di discariche (e loro bonifica con recupero di materia).
Progettazione strutturale e geotecnica	L'obiettivo del corso è fornire le basi per la progettazione strutturale e geotecnica di strutture in cemento armato (c.a.), con particolare attenzione alle strutture con funzione di contenimento del terreno. Il corso comprende i seguenti argomenti principali: spinta delle terre e pressioni interstiziali; metodi di analisi dei meccanismi geotecnici di rottura relativi a muri di sostegno; indagini geotecniche e prove in sito; approcci per la progettazione strutturale di strutture in c.a. orientati alla progettazione di muri, solette e fondazioni. Al termine del corso lo studente sarà in grado di definire un modello geotecnico ed eseguire



---

**REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER  
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

	la progettazione geotecnica e strutturale agli stati limite di strutture in c.a. con funzioni di contenimento del terreno.
Protezione idraulica dei territori montani	Il corso intende fornire un approccio fenomenologico e modellistico ai pericoli naturali di origine idraulica che interessano i territori montani, quali i fenomeni di trasporto solido intenso, le colate di detriti e le valanghe di neve. Intende inoltre formare all'uso di strumenti di modellazione numerica avanzata per la ricostruzione di eventi, la valutazione delle mappe del pericolo e la progettazione di interventi di protezione, nonché fornire tecniche e strumenti di calcolo per la progettazione di opere di mitigazione. Completano il corso alcuni cenni a tematiche di protezione civile.
Soluzioni basate sulla natura per la sostenibilità urbana	Il corso affronta i principi dello sviluppo urbano sostenibile, con riferimento al ruolo delle soluzioni basate sulla natura (NbS) per città più vivibili, resilienti e salubri. Gli studenti impareranno ad analizzare la fornitura e la domanda di servizi ecosistemici urbani, a pianificare e progettare NbS per specifiche sfide e contesti e a valutarne l'impatto ambientale e socio-economico attraverso opportuni metodi e strumenti. Esperienze in diversi contesti internazionali verranno confrontate e discusse.
Stabilità dei pendii naturali e delle costruzioni in terra	Il corso trasferisce le conoscenze di base per riconoscere e analizzare i problemi di stabilità dei pendii sia naturali sia artificiali, di terra o di roccia. Sono forniti gli strumenti per: pianificare le indagini per stimare i valori delle grandezze che controllano la stabilità di un pendio; eseguire le verifiche di stabilità; individuare il meccanismo di rottura; individuare le grandezze da monitorare per conoscere le condizioni di stabilità; scegliere la tipologia di intervento di stabilizzazione.
Tecnologie igienico-sanitarie a energia quasi-zero	Il modulo didattico trasferisce le conoscenze di base per pianificare e dimensionare i sistemi di raccolta, trattamento e smaltimento delle deiezioni prodotte in condizioni wet e dry (con tecnologie igienico-sanitarie a basso costo e quasi zero-energy e con recupero di materiale ove possibile) e di rifiuti urbani nei contesti della cooperazione internazionale, facendo riferimento ai principi di sostenibilità ambientale. Sono fornite competenze differenziate per paesi a reddito basso e medio-basso. Gli scenari di intervento sono distinti tra urbani e rurali. Per gli ambiti suddetti sono trasferiti anche criteri per la gestione dei rifiuti speciali e delle acque reflue industriali.



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER  
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Questa tabella sostituisce la tabella allegata al Regolamento didattico del corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio emanato con DR n. 542 del 25 giugno 2021 e si applica a partire dalla coorte 2023/2024.

**Tabella 2 – Articolazione del corso di studio Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio a partire dalla coorte a.a. 2021/2022 e fino ad emanazione di un nuovo Regolamento didattico**

**I ANNO DI CORSO**

**Insegnamenti obbligatori**

**Comuni a tutti i curricula**

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Progettazione strutturale e geotecnica	12	ICAR/07, ICAR/09	caratterizzante	
Metodi numerici per l'ambiente	9	MAT/08	affine integrativa	
Pianificazione ecologica del territorio	9	ICAR/20	caratterizzante	
Idrodinamica	12	ICAR/01	caratterizzante	
Infrastrutture idrauliche urbane	6	ICAR/02	caratterizzante	
Modellazione idrologica	6	ICAR/02	caratterizzante	

**Curricula "Risorse idriche e protezione del territorio" e "Sostenibilità e cooperazione internazionale"**

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Geomatica e telerilevamento	6	ICAR/06	caratterizzante	

**Curricula "Qualità ambientale e tecnologie di risanamento" e "Modellazione e simulazione"**

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Processi di trasporto nell'ambiente	6	ICAR/01	caratterizzante	



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER  
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

**II ANNO DI CORSO**

**Curriculum "Risorse idriche e protezione del territorio"**

**Insegnamenti obbligatori**

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Ingegneria fluviale	12	ICAR/01, ICAR/02	caratterizzante	
Fisica e modellistica dell'atmosfera	6	FIS/06	affine	
Stabilità dei pendii naturali e delle costruzioni in terra	6	ICAR/07	caratterizzante	
<b>Almeno un insegnamento tra i seguenti:</b>				
Protezione idraulica dei territori montani	6	ICAR/01	caratterizzante	
Gestione integrata delle risorse idriche	6	ICAR/02	caratterizzante	
Ecoidraulica	6	ICAR/01	caratterizzante	

**Curriculum "Qualità ambientale e tecnologie di risanamento"**

**Insegnamenti obbligatori**

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Progettazione di impianti di trattamento delle acque	12	ICAR/03	caratterizzante	
Inquinanti emergenti e strategie di risanamento	6	ING- IND/22	affine	
Ingegneria degli acquiferi e dei siti contaminati	6	ICAR/02	caratterizzante	
Progettazione di infrastrutture idrauliche urbane	6	ICAR/02	caratterizzante	

**Curriculum "Sostenibilità ambientale e cooperazione internazionale"**

**Insegnamenti obbligatori**

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Ingegneria per lo sviluppo sostenibile internazionale: Metodi e progetto	12	SPS/04, ICAR/01	affine, caratterizzante	
Gestione delle acque e dei sedimenti per lo sviluppo sostenibile	6	ICAR/01	caratterizzante	
Tecnologie igienico-sanitarie a energia quasi-zero	6	ICAR/03	caratterizzante	
Soluzioni basate sulla natura per la sostenibilità urbana	6	ICAR/20	caratterizzante	





---

**REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER  
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

***Curriculum "Modellazione e simulazione"***

**Insegnamenti obbligatori**

<b>Nome insegnamento</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipo attività formativa</b>	<b>Propedeuticità</b>
Modellistica ambientale avanzata e applicazioni	12	MAT/08, ICAR/01	affine, caratterizzante	
Fisica e modellistica dell'atmosfera	6	FIS/06	affine	
Ingegneria degli acquiferi e dei siti contaminati	6	ICAR/02	caratterizzante	
Ecoidraulica	6	ICAR/01	caratterizzante	

**Completano il percorso formativo di ciascun curriculum i seguenti crediti:**

<b>Descrizione</b>	<b>CFU</b>			
Insegnamenti a scelta	12		a scelta dello studente	
Altre attività	3	-	ulteriori attività formative	
Prova finale	15	-	per la prova finale	