

Allegato I - Attività formative del Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
Classe delle lauree in Ingegneria Civile e Ambientale, Classe L-7

INSEGNAMENTO O ATTIVITÀ FORMATIVA	MODULO (OVE PRESENTE)	CFU	SSD	TIPOLOGIA (*)	AMBITI DISCIPLINARI	PROPEDEUTICITÀ
I Anno I Semestre						
Analisi Matematica I		9	MAT/05	1	Mat., Inf., Stat.	
Geometria e Algebra		6	MAT/03	1	Mat., Inf., Stat.	
Fisica Generale		9	FIS/01	1	Fis. e Chim.	
I Anno II Semestre						
Analisi Matematica II		9	MAT/05	1	Mat., Inf., Stat.	Analisi Matematica I
Chimica		6	CHIM/07	1	Fis. e Chim.	
Laboratorio di Disegno		6	ICAR/17	2	Ing. Civile	
Ulteriori attività: Laboratorio di Ingegneria Ambientale		3		6	Ulteriori attività formative	
Inglese		3		5		
II Anno I Semestre						
Strumenti per la mobilità sostenibile		9	ICAR/05	2	Ing. Civile	
Meccanica Razionale		6	MAT/07	1	Mat., Inf., Stat.	Analisi Matematica I - Geometria e Algebra
Fisica Tecnica		9	ING-IND/10	4	Attività Affini o Integrative	Analisi Matematica I, - Fisica Generale
Probabilità e Statistica		9	SECS-S/02	4	Attività Affini o Integrative	Analisi Matematica I
II Anno II Semestre						
Geologia Applicata		6	GEO/05	2	Ing. Amb. Terr.	
Idraulica		9	ICAR/01	2	Ing. Amb. Terr.	Analisi Matematica II- Fisica Generale
Scienza delle Costruzioni I		6	ICAR/08	2	Ing. Civile	Meccanica Razionale
III Anno I Semestre						
Ingegneria Sanitaria-Ambientale		9	ICAR/03	2	Ing. Amb. Terr.	
Fondamenti di Geotecnica		9	ICAR/07	2	Ing. Civile	Idraulica - Scienza delle Costruzioni I
Tecnica delle Costruzioni I		9	ICAR/09	2	Ing. Sicurezza e Protezione Civ.	Scienza delle Costruzioni I
III Anno II Semestre						
Ingegneria Chimica Ambientale		9	ING-IND/25	2	Ing. Amb. Terr.	Chimica
Pianificazione Territoriale		9	ICAR/20	2	Ing. Amb. Terr.	
Costruzioni Idrauliche		9	ICAR/02	2	Ing. Sicurezza e Protezione Civ.	Idraulica
Prova finale		3		5		
Insegnamenti a scelta autonoma						
Insegnamenti a scelta autonoma dello studente ^(§)		18		3		

^(§) Ciascuno degli Insegnamenti a scelta autonoma dello studente (per un totale di 18 CFU) può essere inserito, in maniera indifferente, al I, al II o al III anno di corso, purché siano rispettate le eventuali propedeuticità prescritte.

Insegnamenti a scelta autonoma suggeriti

<i>Insegnamenti suggeriti per la scelta autonoma</i>	CFU	SSD	Anno	Semestre	Propedeuticità
Elettromagnetismo ed Elementi di Sensoristica	9	FIS/01	I/II/III	II	Fisica Generale
Georisorse e Rischi Geologici	9	GEO/05	III	II	
Impianti chimici per il controllo dell'impatto ambientale dei processi industriali	9	ING- IND 25	III	II	Chimica - Fisica Tecnica – Ingegneria Chimica Ambientale
Mitigazione dei Cambiamenti Climatici	9	ICAR/03	I/II/III	II	
Scienza delle Costruzioni II	9	ICAR/08	III	II	Scienza delle Costruzioni I
Strade e BIM per Infrastrutture [§]	9	ICAR-04	II/III	I	
Tecnologia dei materiali [§]	9	ING-IND/22	II/III	II	Chimica

[§]Corsi mutuati dal CdS in Ingegneria Civile. Si rimanda al Regolamento di tale CdS per le specifiche

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1,a)	Art. 10 comma 1,b)	Art. 10 comma 5,a)	Art. 10 comma 5,b)	Art. 10 comma 5,c)	Art. 10 comma 5,d)	Art. 10 comma 5,e)

- 1 art. 10,1,a Attività formative di base
- 2 art. 10,1,b Attività formative caratterizzanti la classe - Ingegneria civile
- 3 art. 10,5,a Attività formative autonomamente scelte dallo studente purché coerenti con il progetto formativo
- 4 art. 10,5,b Attività formative in uno o più ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti
- 5 art. 10,5,c Attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio
- 6 art. 10,5,d Attività formative, non previste dalle lettere precedenti, volte ad acquisire ulteriori conoscenze
- 7 art. 10,5,e Attività formative relative agli stages e ai tirocini sulla base di apposite convenzioni.

Allegato II - Schede attività formative del Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Parte I – Insegnamenti Curricolari

ANALISI MATEMATICA I

CFU	9	Anno	I	Semestre	I	SSD	MAT05
Ore Lezione	48	Ore Esercitazione	24				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti capacità di comprensione e acquisizione del linguaggio matematico e capacità di formulare in termini matematici e risolvere semplici problemi delle scienze applicate ed in particolare dell'ingegneria.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà competenze relative ai concetti matematici di base e alla loro rappresentazione grafica con particolare riguardo ai seguenti argomenti: geometria analitica e coniche, funzioni di una variabile, limiti, calcolo differenziale e integrale, successioni e serie numeriche.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per calcolare limiti, derivate e integrali; studiare e disegnare il grafico di una funzione di una variabile e di una conica nel piano; risolvere problemi di massimo e minimo; calcolare aree; calcolare il limite di una successione e stabilire la convergenza di una successione; eseguire calcoli con i numeri complessi.

PROGRAMMA:

Numeri reali. Numeri complessi. Funzioni elementari nel campo reale. Equazioni e disequazioni. Limiti delle funzioni reali di una variabile reale: proprietà dei limiti, operazioni con i limiti e forme indeterminate, infinitesimi, infiniti, calcolo di limiti. Funzioni continue: proprietà e principali teoremi. Calcolo differenziale per funzioni reali di una variabile reale: funzioni derivabili e significato geometrico della derivata, il differenziale, principali teoremi del calcolo differenziale, estremi relativi e assoluti, criteri di monotonia, funzioni convesse e concave, studio del grafico, formula di Taylor. Integrazione indefinita: primitive e regole di integrazione indefinita. Calcolo integrale per le funzioni continue in un intervallo compatto: proprietà e principali teoremi, area del rettangoloide, teorema fondamentale del calcolo integrale, calcolo di integrali definiti. Calcolo integrale per le funzioni generalmente continue. Successioni e serie numeriche, serie geometrica, serie armonica.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

Verificare il raggiungimento della conoscenza dei concetti fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi al calcolo infinitesimale, differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale, nonché l'acquisizione di adeguate capacità di formalizzazione logica e abilità operativa consapevole.

Modalità di esame e modalità di valutazione

L' esame si svolge in sue fasi: i) una prova scritta che ha lo scopo di verificare le abilità acquisite dallo studente, cioè la sua capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi; ii) una prova orale che ha lo scopo di accertare le conoscenze e le competenze dello studente, cioè sia l'assimilazione dei concetti che la capacità di esporli con linguaggio appropriato e con rigore metodologico. La valutazione delle prove avrà un valore: a) $<18/30$ se lo studente non ha raggiunto il livello base di competenze, abilità o conoscenze, cioè non è in grado di risolvere problemi semplici o commette errori gravi nella risoluzione o usa una metodologia non adeguata o non è in grado di esporre i concetti basilari con autonomia e rigore logico; b) nell' intervallo $[18, 25]$ se lo studente comprende e contestualizza problemi semplici in modo adeguato usando le metodologie in modo appropriato, ma limitatamente a situazioni note; c) nell' intervallo $[26,30]$ se lo studente comprende e contestualizza problemi difficili utilizzando in modo autonomo ed efficace gli strumenti acquisiti ed espone con proprietà di linguaggio e collega consapevolmente le tematiche del corso.

ANALISI MATEMATICA II

CFU	9	Anno	I	Semestre	II	SSD	MAT05
Ore Lezione	48	Ore Esercitazione	24				

Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi Matematica I

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità operative necessarie ad applicare concretamente le conoscenze acquisite per la soluzione di problemi matematici complessi, che emergono da fenomeni fisico- chimici.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e saprà utilizzare gli strumenti di calcolo per lo studio di funzioni vettoriali e/o in più variabili, nonché per lo studio di metodi risolutivi per equazioni differenziali ordinarie.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente saprà usare con padronanza gli strumenti del calcolo differenziale ed integrale per funzioni vettoriali.

PROGRAMMA:

Successioni e serie di funzioni nel campo reale. Funzioni reali e vettoriali di più variabili reali: limiti, continuità e principali teoremi. Calcolo differenziale per le funzioni reali di più variabili reali: differenziabilità, teoremi fondamentali del calcolo differenziale, formula di Taylor: Estremi relativi e assoluti: condizioni necessarie, condizioni sufficienti. Integrali doppi e tripli di funzioni continue su insiemi compatti, formule di riduzione e cambiamento di variabili. Curve e superfici regolari, retta e piano tangenti, lunghezza di una curva e area di una superficie. Integrali curvilinei e integrali superficiali. Forme differenziali a coefficienti continui e integrali curvilinei di forme differenziali. Campi vettoriali gradienti, campi vettoriali irrotazionali. Teoremi della divergenza e di Stokes nel piano e nello spazio. Equazioni differenziali del primo ordine a variabili separabili, equazioni differenziali lineari, risoluzione delle equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

Al termine del corso gli studenti dovranno conoscere i contenuti teorici e le metodologie proprie dell'analisi matematica.

Modalità di esame e modalità di valutazione

L' esame si svolge in sue fasi: i) una prova scritta che ha lo scopo di verificare le abilità acquisite dallo studente, cioè la sua capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi; ii) una prova orale che ha lo scopo di accertare le conoscenze e le competenze dello studente, cioè sia l'assimilazione dei concetti che la capacità di esporli con linguaggio appropriato e con rigore metodologico. La valutazione delle prove avrà un valore: a) $<18/30$ se lo studente non ha raggiunto il livello base di competenze, abilità o conoscenze, cioè non è in grado di risolvere problemi semplici o commette errori gravi nella risoluzione o usa una metodologia non adeguata o non è in grado di esporre i concetti basilari con autonomia e rigore logico; b) nell' intervallo $[18, 25]$ se lo studente comprende e contestualizza problemi semplici in modo adeguato usando le metodologie in modo appropriato, ma limitatamente a situazioni note; c) nell' intervallo $[26,30]$ se lo studente comprende e contestualizza problemi difficili utilizzando in modo autonomo ed efficace gli strumenti acquisiti ed espone con proprietà di linguaggio e collega consapevolmente le tematiche del corso.

CHIMICA

CFU	6	Anno	I	Semestre	II	SSD	CHIM07
Ore Lezione	34	Ore Esercitazione	14				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per analizzare le trasformazioni chimiche e fisiche, e per descrivere dal punto di vista sia macroscopico che microscopico i sistemi e le trasformazioni che essi possono subire. Tali strumenti, consentiranno agli studenti di comprendere nei corsi successivi le principali problematiche di fenomeni più complessi.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e saprà comprendere le problematiche relative ai processi chimico-fisici di base e saprà elaborare discussioni anche complesse concernenti tali processi.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di risolvere problemi concernenti trasformazioni chimiche e fisiche semplici, e saprà stabilire le correlazioni tra gli aspetti fondamentali che caratterizzano la disciplina (macroscopico/microscopico/simbolico).

PROGRAMMA:

Leggi fondamentali della chimica. Elementi e composti. Masse atomiche relative. La mole. Relazioni stechiometriche. Numeri di ossidazione. Reazioni di ossido-riduzione. La struttura elettronica degli atomi, orbitali atomici. La tavola periodica. Il legame chimico. Legame covalente, legame covalente polare, elettronegatività. Legame ionico. Geometria molecolare: teoria VSEPR. Molecole polari. Interazioni intermolecolari. Legge dei gas ideali. Il modello cinetico. La distribuzione delle velocità molecolari. Gas reali. Lo stato solido, solidi amorfi e cristallini. Classificazione dei solidi: molecolari, ionici, covalenti, metallici. Cenni di termodinamica chimica. Termochimica: legge di Hess. Transizioni di stato. La liquefazione dei gas. Temperatura critica. Stato liquido. La tensione di vapore e l'equilibrio liquido-vapore. I diagrammi di fase di una sostanza pura (H-T, P-T). Le soluzioni. Solubilizzazione e saturazione. I parametri che influenzano la solubilità. Proprietà delle soluzioni ideali e non ideali. La legge di Raoult. La distillazione. Crioscopia ed ebullioscopia. Cinetica chimica: velocità di reazione, leggi cinetiche e meccanismi di reazione. Teoria delle collisioni. L'equilibrio chimico. La legge d'azione di massa. Equilibri eterogenei. Equilibrio di dissociazione dell'acqua, acidi e basi secondo Bronsted-Lowry, il pH. Idrolisi salina. La neutralizzazione (forte/forte). Soluzioni elettrolitiche e loro proprietà. Cenni di elettrochimica: celle galvaniche. Potenziali elettrochimici.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
Capacità di comprensione e descrizione dei fenomeni chimici e fisici, capacità di collegamento tra i vari argomenti del corso.
Modalità di esame e modalità di valutazione
L'esame prevede una prova scritta, costituita da una serie di esercizi numerici a risposta libera, seguita da una prova orale. La prova scritta mira a verificare la capacità degli studenti di applicare le leggi fondamentali della Chimica tramite un processo logico-deduttivo. La prova orale verifica la capacità dello studente di comprendere e mettere in relazione gli aspetti micro-macro e simbolici della disciplina ed interpretare le leggi fondamentali delle trasformazioni chimico-fisiche. Tenuto conto di ciò, in coerenza con i risultati di apprendimento attesi, il voto finale viene calcolato come media pesata del voto attribuito alla prova scritta e di quello attribuito alla prova orale, assegnando a quest'ultima un peso relativo del 60%.

COSTRUZIONI IDRAULICHE

CFU	9	Anno	III	Semestre	II	SSD	ICAR02
Ore Lezione	60	Ore Esercitazione	12				

Insegnamenti propedeutici previsti: Idraulica

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo è finalizzato allo sviluppo delle capacità necessarie ad applicare le conoscenze acquisite nell'ambito della fisica, dell'idraulica, dei modelli probabilistici di previsioni delle forzanti meteorologiche al fine di favorire la capacità di utilizzo degli strumenti metodologici impartiti per una funzionale ed efficace progettazione idraulica.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà le conoscenze e sarà in grado di comprendere ed analizzare in forma critica le problematiche riguardanti: 1) il dimensionamento e 2) la verifica delle principali infrastrutture idrauliche, a partire dalle nozioni apprese riguardanti 3) i principi fisici dell'idraulica, 4) i criteri di gestione della risorsa idrica, 5) efficientamento energetico.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente acquisirà la capacità di individuare i principi fisici alla base della progettazione di infrastrutture idrauliche, risolvendo problematiche di ottimizzazione, in conformità con i vincoli tecnici ed economici richiesti. Egli inoltre sarà in grado di cogliere le implicazioni connesse alla gestione sostenibile, efficiente ed efficace della risorsa idraulica.

PROGRAMMA:

L'utilizzo della risorsa idrica e la mitigazione del rischio. Le correnti in pressione in moto uniforme. Formule di Resistenza: Colebrook-White, Chézy, Gauckler-Strickler. Le formule monomie: Darcy, Scimemi-Veronese, De Marchi-Marchetti, Orsi, Hazen-Williams. Risoluzione schemi idraulici sulle lunghe condotte: sistemi a gravità. Gli acquedotti urbani: l'impianto elevatorio e gli impianti misti. Il Criterio economico di dimensionamento dei sistemi acquedottistici. La dotazione idrica pro capite; l'opera di attingimento: sorgenti, dighe e falde. Il progetto di un acquedotto esterno: quota di sfioro, scelta del tracciato, problemi altimetrici, profilo. Le opere di captazione idrica: i pozzi, le gallerie drenanti, le trincee drenanti. Le tubazioni ad uso acquedottistico: i criteri di scelta (Decreto Ministeriale 12/12/85: Norme Tecniche sulle Tubazioni).

Le tubazioni metalliche, lapidee e plastiche. La verifica di stabilità delle tubazioni: tubazioni rigide flessibili. I blocchi d'ancoraggio: i blocchi a gravità e i blocchi portanti. Pezzi speciali ed apparecchiature ad uso acquedottistico. Le opere d'arte minori: pozzetti di scarico, pozzetti di sfiato, attraversamenti fluviali, attraversamenti ferroviari. I serbatoi: proprietà, dimensionamento, tipologie, il pozzetto di shuntaggio, la

camera di manovra. Dimensionamento delle opere interne al serbatoio: scarico di superficie, scarico di fondo, canaletta di scarico. Scelta, gestione e selezione dei gruppi di sollevamento. L'acquedotto interno: tipologie, elementi caratteristici della condotta e componenti tecnologiche. Dimensionamento delle reti di distribuzione idrica: il criterio economico di Foltz. Il metodo di Cross per la verifica delle reti interne. Applicazione del criterio di Foltz; le opere d'arte della rete interna. Le correnti a pelo libero: formule di resistenza e scale di deflusso. Progettazione del sistema misto di drenaggio urbano, dimensionamento degli specchi circolare, ovoidale, semi ovoidale, scatolare. Il sistema di drenaggio urbano: generalità, tipologie e classificazioni. Esercizi di dimensionamento e verifica degli specchi. Cenni di idrologia tecnica: Curva di Probabilità Pluviometrica; modello di Gumbel e modello TCEV. Il metodo della corrivazione. Il metodo dell'invaso lineare. Il metodo dell'invaso lineare semplificato. I materiali per le fognature. Gli scavi per le condotte, i criteri di posa, le tecniche di riabilitazione di tubazioni ammalorate, le opere d'arte. Le opere d'arte minori: i pozzetti, gli scaricatori. Le condotte sottomarine.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
Capacità di produrre una progettazione delle classiche infrastrutture di ingegneria idraulica sulla base di approcci adeguati per raggiungere uno sviluppo sostenibile del territorio.
Modalità di esame e modalità di valutazione
L'esame finale prevede una prova orale affiancata dalla presentazione di relazioni progettuali. Le modalità di verifica dell'apprendimento prevedono, attraverso la prova orale di discussione degli elaborati progettuali prodotti e di indagine delle conoscenze, l'analisi critica delle problematiche inerenti alle fasi di progettazione e verifica delle infrastrutture idrauliche, combinate con la valutazione dei principi di idraulica di base. Il candidato deve dimostrare capacità espositive nell'argomentare le scelte progettuali svolte, mostrando il rigore metodologico richiesto dalla disciplina. In sede di esame si provvede, inoltre, a verificare l'autonomia di giudizio nell'argomentazione delle scelte progettuali sviluppate, eseguendo analisi comparative con alternative progettuali potenzialmente applicabili. La risoluzione di problemi di idraulica e la discussione di nozioni teoriche consentono di valutare le capacità di comprensione applicate, risolvendo, tra le altre, problematiche di ottimizzazione. L'attribuzione del voto finale è funzione delle suddette capacità, secondo i seguenti criteri valutativi di massima: a) conoscenze e capacità di comprensione e comprensione applicate: 24/30; b) autonomia di giudizio: 3/30; c) capacità di apprendimento autonomo: 2/30; d) abilità espositive: 2/30. Il candidato che totalizzi un punteggio complessivo pari a 31/30 è valutato con votazione finale 30/30 e lode.

FISICA GENERALE

CFU	9	Anno	I	Semestre	I	SSD	FIS01
Ore Lezione	45	Ore Esercitazione	27				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità operative necessarie ad applicare concretamente le conoscenze di fisica generale nell'ambito dell'ingegneria, e a favorire la capacità di utilizzare appieno gli strumenti metodologici per la risoluzione di semplici problemi numerici.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e saprà affrontare problemi di fisica generale in maniera metodologicamente corretta e rigorosa.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di risolvere problemi concernenti la meccanica classica, i fluidi e la termodinamica.

PROGRAMMA:

Metodo scientifico. Concetto di misura. Definizione operativa delle grandezze fisiche. Cinematica del punto materiale in una dimensione. Grandezze scalari e grandezze vettoriali; operazioni sui vettori. Cinematica del punto in due e tre dimensioni. Moto dei proiettili, moto circolare. Moti relativi. Le leggi del moto di Newton. La forza peso; le reazioni vincolari: la reazione normale e la forza di attrito radente; il moto lungo un piano inclinato; forza di attrito viscoso; forza elastica. L'oscillatore armonico. Il pendolo semplice. Lavoro di una forza; il teorema dell'energia cinetica; campi di forza conservativi ed energia potenziale; il teorema di conservazione dell'energia meccanica. Quantità di moto; impulso di una forza e teorema della quantità di moto; urti e forze impulsive. Centro di massa. Momento meccanico di una forza e momento angolare. Dinamica dei sistemi di punti materiali; leggi di conservazione della quantità di moto e del momento angolare; teoremi di Koenig. Elementi di statica del corpo rigido; proprietà del baricentro del corpo rigido; condizioni di equilibrio per il corpo rigido. Momento di inerzia e teorema degli assi paralleli. Elementi di dinamica del corpo rigido. La legge di gravitazione universale e le leggi di Keplero. Elementi di statica e dinamica dei fluidi. Temperatura e calore. Calori specifici e caloria. Calorimetro delle mescolanze e principio zero della termodinamica. Il gas perfetto. Trasformazioni termodinamiche e lavoro. Equivalente meccanico della caloria. Primo principio della termodinamica.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

La preparazione dello studente sarà valutata in base alla capacità di descrivere i principi fisici che sono alla base di fenomeni caratteristici della meccanica classica, dei fluidi e della termodinamica, e di saper affrontare e risolvere problemi numerici, in maniera metodologicamente corretta e rigorosa.

Modalità di esame e modalità di valutazione
--

L'esame è volto ad accertare la capacità di saper risolvere semplici problemi numerici (obiettivo a), oltre alla verifica della conoscenza degli argomenti presenti nel programma del corso (obiettivo b).
--

La modalità di verifica del raggiungimento degli obiettivi è costituita da: i) prova scritta su risoluzione di quattro problemi strutturati a risposta libera (verifica obiettivo a - voti assegnati 15/30); ii) prova scritta (in aula o da remoto) con domande a risposta aperta (verifica obiettivo b - voti assegnati 15/30); iii) prova orale ad eventuale integrazione delle precedenti.
--

Le prove, problemi e domande scritte od orali, possono riguardare tutti gli argomenti del corso. La prova i) è a soglia. Il mancato superamento della soglia comporta la bocciatura. In caso di superamento, sarà consentito allo studente di completare lo scritto con la prova ii). Se la soglia delle prove i) e ii) è superata, si considera la prova scritta nel suo insieme [(i)+ii)], ed entrambe le parti concorreranno alla formazione del voto dello scritto. Con un voto complessivo maggiore o uguale a 18/30 si potrà accedere alla eventuale prova orale che potrà pesare sul voto fino ad un massimo di +/- 2/30. La prova orale iii) sarà calendarizzata nei giorni seguenti allo scritto, contestualmente alla illustrazione delle correzioni delle prove i) e ii).
--

FISICA TECNICA

CFU	9	Anno	II	Semestre	I	SSD	ING-IND10
Ore Lezione	60	Ore Esercitazione	12				

Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi Matematica I – Fisica Generale

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo è orientato a fornire agli studenti gli strumenti operativi necessari ad identificare, formulare e risolvere concretamente problemi propri dell'ingegneria ambientale inerenti ai processi energetici, all'analisi termica dei sistemi e alla loro interazione con l'ambiente, sia con riferimento agli aspetti tecnici che normativi.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà approfonditamente i fondamenti teorici propri della termodinamica applicata e della trasmissione del calore. Egli acquisirà le conoscenze e gli strumenti metodologici di base relativi alle interazioni energetiche sia di semplici sistemi, chiusi e aperti, che di cicli termodinamici diretti ed inversi.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di risolvere i problemi che regolano le interazioni energetiche sia di semplici sistemi, chiusi e aperti, che di cicli termodinamici diretti ed inversi.

PROGRAMMA:

Equazioni di conservazione della massa, dell'energia e dell'entropia in forma integrale. Equazioni di Gibbs; sistemi chiusi: lavoro di variazione di volume; piani termodinamici p_v e T_s ; sull'irreversibilità termica; macchina termica; macchina frigorifera e pompa di calore. Postulato entropico e misurabilità dell'entropia. Termodinamica degli stati: superficie caratteristica e diagrammi termodinamici, calcolo proprietà per una sostanza pura. Gas. Liquidi. Vapore surriscaldato. Vapore Saturo. Componenti di sistemi termodinamici: turbine, pompe, compressori, scambiatori di calore, valvole di laminazione, condotto. Impianti motori: impianto a vapore: ciclo endoreversibile, ciclo reale, ottimizzazione (risurriscaldamento, rigenerazione); impianto a gas, ciclo endoreversibile. Impianti operatori: frigoriferi e pompe di calore, ciclo standard, ottimizzazione (sottoraffreddamento, surriscaldamento, scambiatore di calore interno), fluidi frigoriferi. Aria umida: proprietà termodinamiche; diagramma psicrometrico; trasformazioni elementari. Trasmissione del calore: Conduzione: equazione differenziale e condizioni ai limiti; regime stazionario monodimensionale per geometria lastra piana, cilindrica e sferica. Irraggiamento: leggi del corpo nero, corpo grigio, fattore di vista, scambio termico tra superfici grigie, cavità. Convezione: flusso laminare e turbolento, convezione forzata e naturale, numeri di Nusselt, Reynolds, Prandtl, Grashof. Correlazioni tra parametri adimensionali.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
Lo studente deve essere in grado di identificare, formulare e risolvere problemi di termodinamica e di trasmissione del calore, esponendo con chiarezza i concetti associati ai processi energetici ed ai meccanismi di scambio termico e dimostrando adeguata comprensione degli strumenti metodologici ed operativi impiegati.
Modalità di esame e modalità di valutazione
L'esame finale prevede una prova scritta ed una prova orale aventi lo stesso peso. Nella parte numerica (prova scritta) si verifica che lo studente sia in grado di approcciare il calcolo e la scrittura dei bilanci. In particolare, nella prova scritta lo studente deve dare prova di saper applicare le metodologie, di conoscere gli ordini di grandezza delle grandezze, di calcolare adeguatamente le grandezze incognite. Nella parte orale, invece, si verifica la comprensione dei concetti di termodinamica e trasmissione del calore. Il voto finale risulta come media matematica del voto della prova scritta e di quella orale. E' prevista una prova intercorso, il cui superamento esonera da una parte della prova scritta, ovvero quella parte concernente gli argomenti del corso trattati fino allo svolgimento della prova intercorso.

FONDAMENTI DI GEOTECNICA

CFU	9	Anno	III	Semestre	I	SSD	ICAR07
Ore Lezione	56	Ore Esercitazione	16				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso ha l'obiettivo di fornire i principi di base della meccanica dei terreni in regime di totale saturazione nonché gli strumenti metodologici necessari per formulare e risolvere semplici problemi di ingegneria Geotecnica

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e comprenderà i principi alla base della meccanica delle terre, e sarà in grado di eseguire, interpretare e valutare le principali prove geotecniche, nonché di impostare e risolvere problemi complessi a partire dalle conoscenze di base acquisite.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente saprà analizzare e interpretare criticamente e autonomamente dati sperimentali, e sarà in grado di determinare da questi i parametri meccanici necessari alla caratterizzazione geotecnica dei terreni. Egli inoltre sarà in grado di affrontare e risolvere alcuni semplici problemi reali di ingegneria geotecnica.

PROGRAMMA:

Il terreno come mezzo particellare multifase: Origine e costituzione dei terreni. Relazioni tra le fasi di un terreno. Classificazione e caratteristiche fisiche generali. Stati tensionali nei terreni: Richiami sull'analisi di tensioni e deformazioni nel continuo. Rappresentazione di stati tensionali e deformativi nei terreni. Ripartizione stati tensionali tra fase solida e fasi fluide. Il principio delle tensioni efficaci. Stati tensionali litostatici e indotti da carichi superficiali. Il moto dell'acqua nei terreni: Legge di d'Arcy e processi di filtrazione nei mezzi porosi. Analisi dei moti di filtrazione stazionari. Condizioni di drenaggio libero e impedito. Teoria della consolidazione. Misura piezometriche e prove di permeabilità in laboratorio ed in sito. Comportamento meccanico e legame costitutivo dei terreni: Esplorazione del sottosuolo: sondaggi e campionamento. Stato tensionale indotto dal campionamento. Prove di compressione edometrica. Compressibilità e storia tensionale. Prove di taglio diretto e compressione triassiale. Deformabilità e resistenza a rottura. Misura in sito delle proprietà meccaniche dei terreni: prove penetrometriche statiche e dinamiche. Le fondazioni superficiali: Stato limite ultimo e di esercizio di fondazioni. Meccanismi di collasso e calcolo della capacità portante. Progettazione di una fondazione diretta secondo le nuove norme tecniche per le costruzioni. Calcolo dei cedimenti indotti da sovraccarichi verticali. Esercitazioni di calcolo: Calcolo di stati tensionali litostatici e da sovraccarico con falda in quiete e in moto. Calcolo del decorso dei

cedimenti. Sviluppo dati prove di laboratorio. Dimensionamento e verifica di una trave di fondazione in riferimento allo stato limite ultimo e di esercizio. Introduzione alle prove di laboratorio.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

Lo studente, in fase di verifica, deve dimostrare di aver maturato e fatto propri i concetti di base della meccanica delle terre, di essere in grado di applicare tali fondamenti per affrontare semplici problemi di meccanica delle terre e ingegneria geotecnica, e di aver acquisito spirito critico nell'interpretazione dei dati sperimentali ed essere in grado di progettare un'indagine geotecnica.

Modalità di esame e modalità di valutazione

L'esame finale consiste in un colloquio orale con discussione sulle esercitazioni numeriche svolte durante il corso. Durante l'esame viene richiesto allo studente: i) di impostare e risolvere un semplice problema di meccanica delle terre (incidenza sulla valutazione fino al 40%); ii) di interpretare i dati sperimentali di una prova di laboratorio al fine di ottenere alcuni parametri meccanici del terreno (incidenza sulla valutazione fino al 30%); iii) di impostare la soluzione di un semplice problema al finito di ingegneria geotecnica (incidenza sulla valutazione fino al 30%). Ai fini della valutazione vengono considerati: la padronanza dei concetti, la capacità di utilizzare i concetti acquisiti nella soluzione di problemi geotecnici, e la padronanza di linguaggio tecnico.

GEOLOGIA APPLICATA

CFU	6	Anno	II	Semestre	II	SSD	GEO05
Ore Lezione	32	Ore Esercitazione	16				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso si pone l'obiettivo di trasmettere allo Studente le conoscenze nell'ambito delle scienze della Terra, ai fini di una corretta protezione dell'ambiente naturale e di una progettazione delle opere di ingegneria civile in equilibrio con il territorio e le risorse naturali.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo Studente conoscerà le principali tecniche di analisi della Geologia e sarà in grado di applicarle alle problematiche ambientali e territoriali e a una progettazione ingegneristica di interventi "sostenibili".

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo Studente conoscerà e saprà comprendere le problematiche ambientali relative alla geologia e alle sue interazioni con le opere di ingegneria. Conoscerà la terminologia tecnico-scientifica delle discipline geologiche e saprà elaborare discussioni argomentate concernenti i rischi geologici, anche a partire dalle conoscenze riguardanti la cartografia geologica.

PROGRAMMA:

Geologia e Geomorfologia: Struttura della Terra. Terremoti. Vulcani. Minerali più diffusi, descrizione e classifica delle rocce e loro riconoscimento. Processi fisico-chimici di modellamento del paesaggio (es.: fiumi, ghiacciai, carsismo etc.). Principi fondamentali di stratigrafia e tettonica (faglie, sovrascorrimenti etc.). Datazione relativa e assoluta delle rocce.

Metodi di Studio del Sottosuolo: a) indagini indirette (geo-elettrica, geo-sismica etc.) e b) indagini dirette mediante perforazioni con aspetti teorici, strumentazione, analisi dei risultati ed esempi. Risorse del Territorio: Rocce come materiali da costruzione. Studio di falde idriche (piezometria, sorgenti, prove di emungimento, bilanci idrogeologici, chimismo e inquinamento delle acque sotterranee, acque minerali etc.). Rischi Geologici: frane (classifica e criteri generali di studio e intervento). Rischio sismico e vulcanico. Geologia delle Costruzioni: studi e problemi geologici relativi alla realizzazione di laghi artificiali, gallerie e grandi infrastrutture stradali, ferroviarie e acquedottistiche. Metodi di coltivazione e ripristino di cave. Elementi di geologia dell'Appennino Meridionale. Le carte geologiche.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

Padronanza degli strumenti analitici e delle metodologie di indagine più idonei alla soluzione delle varie problematiche geologico-ambientali; conoscenza e padronanza della specifica terminologia scientifica; riconoscimento macroscopico delle principali rocce e descrizione del loro utilizzo; lettura e interpretazione di Carte Geologiche e realizzazione di Sezioni geologiche.

Modalità di esame e modalità di valutazione
--

L'esame prevede lo svolgimento di 2 prove scritte intracorso e di una prova orale al termine del corso. La prima prova scritta consiste nel riconoscimento di un campione di roccia con breve descrizione (struttura, composizione mineralogica, tipo, denominazione, luoghi di affioramento) (punti 9), nell'esecuzione di una sezione litostratigrafica (punti 6) e in 6 domande/esercizi (punti 15) sugli argomenti trattati (Costituzione interna della terra. Terremoti e vulcani. Geomorfologia ed evoluzione del rilievo. Metodi di indagine del sottosuolo diretti e indiretti). Ogni domanda/esercizio ha un valore di 2 o 3 punti. Il totale di tutti i quesiti è di 30 punti. Il risultato di questa prova è positivo se $> 18/30$. Se negativo verrà riconosciuto il superamento del riconoscimento roccia se $> 5/9$. Questa prova incide al 50 % sulla votazione finale. La seconda prova scritta consiste nella esecuzione di una sezione geologica qualitativa da una Carta Geologica. Il risultato di questa prova è positivo se $> 18/30$. Questa prova incide al 10 % sulla votazione finale. La prova orale verterà su idrogeologia, frane, geomateriali, geologia applicata alle costruzioni e sugli argomenti non superati alle prove scritte. Questa prova incide al 40 % sulla votazione finale.

GEOMETRIA ED ALGEBRA

CFU	6	Anno	I	Semestre	I	SSD	MAT03
Ore Lezione	38	Ore Esercitazione	10				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso si pone l'obiettivo di fornire agli studenti le conoscenze di base dell'algebra lineare e degli spazi vettoriali, e la capacità di tradurre, avvalendosi dell'algebra, una discussione geometrica.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e comprenderà le problematiche relative all'algebra lineare, acquisendo una familiarità con la nomenclatura relativa alla teoria degli spazi vettoriali.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di tradurre in termini algebrici i capisaldi di una discussione geometrica, sia che questa riguardi problemi di geometria affine, sia che si svolga in ambiente proiettivo.

PROGRAMMA:

Spazi vettoriali sui numeri reali: definizione e proprietà elementari. Indipendenza lineare, generatori, basi, dimensione, sottospazi.

Teoria delle matrici: Rango, prodotto righe per colonne, determinante. Teorema di Rouché-Capelli. Sistemi di Cramer. Metodo di risoluzione di un sistema compatibile tramite l'individuazione di un sistema normale equivalente e di "incognite principali". Applicazioni lineari. Nucleo e immagine. Matrici associate. Teorema dimensionale. Endomorfismi: autovalori e loro determinazione tramite il polinomio caratteristico. Molteplicità algebrica e geometrica. Determinazione degli autospazi e diagonalizzabilità. Geometria nel piano e nello spazio: riferimenti e coordinazione. Equazioni parametriche e cartesiane di una retta (e di un piano nello spazio). Incidenza e parallelismo tra rette e/o tra piani nello spazio. Riferimenti ortogonali e cartesiani. Prodotto scalare tra vettori geometrici. Versori. Questioni metriche. Ampliamento proiettivo e coordinazione omogenea. Coniche: classificazione. Punti semplici e punti doppi. Polarità e teorema di reciprocità. Diametri, centro e assi. Disegno di una conica a punti reali.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

Acquisizione delle conoscenze relative alle problematiche relative all'algebra lineare e agli spazi vettoriali, e capacità di tradurre, avvalendosi dell'algebra, una discussione geometrica.

Modalità di esame e modalità di valutazione
--

L'esame finale prevede una prova scritta costituita da una serie di 5-6 esercizi numerici a risposta libera, che serviranno a valutare l'acquisizione delle conoscenze relative all'algebra lineare e agli spazi vettoriali, ed in particolare la capacità dell'allievo di applicare i concetti appresi alla risoluzione di problemi di tipo ingegneristico. La prova scritta sarà integrata da una prova orale, finalizzata a valutare se lo studente abbia compreso e sia in grado di esporre i concetti dell'algebra lineare e la teoria degli spazi vettoriali, con un linguaggio appropriato., traducendo in termini algebrici i capisaldi di una discussione geometrica, sia che questa riguardi problemi di geometria affine, sia che si svolga in ambiente proiettivo. Per ciascuna prova sarà attribuito un voto compreso tra: i) 18 e 22, se si riterrà che lo studente abbia raggiunto la sufficienza in riferimento a quanto sopra indicato; ii) 23 e 26, se si riterrà che lo studente abbia acquisito le conoscenze e competenze richieste in maniera discreta; iii) 27 e 30 se si riterrà che lo studente sia totalmente padrone delle conoscenze e competenze richieste. In caso di eccellenza sarà attribuita anche la lode. Il voto finale sarà attribuito come media pesata del voto della prova scritta (peso 60%) e della prova orale (peso 40%).

IDRAULICA

CFU	9	Anno	II	Semestre	II	SSD	ICAR01
Ore Lezione	48	Ore Esercitazione	24				

Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi Matematica II – Fisica Generale

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso è finalizzato a fornire la conoscenza e la capacità di interpretazione e descrizione dei problemi tipici dell'Idraulica e della Meccanica dei Fluidi.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà le necessarie nozioni inerenti alle caratteristiche fisiche dei fluidi, le forze da questi esercitate in condizioni statiche, il loro movimento e la loro interazione con corpi solidi e dispositivi di interesse tecnico. Egli sarà in grado di risolvere problemi tecnici tipici, ancorché con una impostazione essenzialmente di base, quali il dimensionamento e verifica di condotte in pressione e di canali a superficie libera.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente acquisirà le basi per affrontare lo studio dei sistemi di forze che agiscono su dispositivi ed infrastrutture idrauliche, nonché la necessaria padronanza dei bilanci di energia e quantità di moto fondamentali nei fenomeni fisici che governano il moto dei fluidi nelle applicazioni idrauliche di interesse tecnico.

PROGRAMMA:

Meccanica del continuo: proprietà dei fluidi; sforzi interni. Idrostatica: equazioni indefinita e globale dell'equilibrio statico; distribuzione delle pressioni; spinte su pareti piane e curve; manometri e piezometri. Cinematica: condizioni e regimi di movimento dei fluidi; approccio euleriano e lagrangiano. Idrodinamica: equazioni indefinita e globale di continuità; equazioni indefinita e globale dell'equilibrio dinamico; spinta su pareti piane e curve; teorema di Bernoulli e sue estensioni; venturimetro e tubo di Pitot. Foronomia: efflusso da luci a battente e a stramazzo; reazione di efflusso. Moto uniforme nelle correnti in pressione: regimi di moto; correnti in moto laminare e turbolento; dissipazioni concentrate e distribuite; andamento delle linee dei carichi e piezometrica; interazione tra linea piezometrica e asse della condotta; condotte brevi; impianti di sollevamento. Correnti a pelo libero: scale di deflusso in moto uniforme; equazione del moto permanente gradualmente variato; classificazione degli alvei; profili di corrente in canali cilindrici a portata costante; risalto idraulico. Moto vario: cenni ai fenomeni di oscillazione di massa e colpo d'ariete. Moti di filtrazione: classificazione delle falde acquifere; legge di Darcy; legge di emungimento da falde artesiane e freatiche.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
Capacità di interpretare e descrivere le problematiche tipiche dell'Idraulica e della Meccanica dei Fluidi, di identificare, formulare e risolvere i problemi dell'Idraulica.
Modalità di esame e modalità di valutazione
Prova orale. L'esame consiste in una sola prova orale con l'obiettivo di verificare le conoscenze e le competenze dello studente. La prima parte dell'esame consiste nell'esposizione, da parte dello studente, di una delle esercitazioni svolte in aula durante il corso. Lo studente dovrà illustrare le modalità di svolgimento del problema, dimostrando di aver compreso la teoria alla base e le tecniche di risoluzione. Nella seconda parte d'esame verrà verificata l'acquisizione, da parte dello studente, dei concetti e delle conoscenze teoriche dell'idraulica. La valutazione dello studente sarà basata sulla sua capacità di esporre i concetti assimilati con linguaggio appropriato e rigore metodologico. La valutazione dell'esame avrà un valore: a) <18/30 se lo studente non ha raggiunto il livello base di competenze, abilità o conoscenze, cioè non è in grado di risolvere problemi semplici o commette errori gravi nella risoluzione o usa una metodologia non adeguata o non è in grado di esporre i concetti basilari con autonomia e rigore logico; b) nell' intervallo [18, 25] se lo studente comprende e contestualizza problemi semplici in modo adeguato usando le metodologie in modo appropriato, ma limitatamente a situazioni note; c) nell' intervallo [26,30] se lo studente comprende e contestualizza problemi difficili utilizzando in modo autonomo ed efficace gli strumenti acquisiti ed espone con proprietà di linguaggio e collega consapevolmente le tematiche del corso.

INGEGNERIA CHIMICA AMBIENTALE

CFU	9	Anno	III	Semestre	II	SSD	ING-IND25
Ore Lezione	40	Ore Esercitazione	32				

Insegnamenti propedeutici previsti: Chimica

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità operative necessarie ad applicare concretamente i principi alla base degli interventi di salvaguardia ambientale, approfondendo i fenomeni fondamentali coinvolti.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà le problematiche relative al sistema-ambiente, in relazione alle sue naturali proprietà e agli stati di alterazione (inquinamento). Egli inoltre avrà la capacità di individuare i sistemi da analizzare, e di definire idonee fluidodinamiche per le fasi coinvolte, nonché di descrivere gli equilibri termodinamici ed i fenomeni di trasporto di materia e di calore che si instaurano fra le fasi ed essere. Infine sarà in grado di effettuare bilanci di materia e di energia sui sistemi allo studio.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di risolvere problemi concernenti i sistemi naturali ed antropici mediante l'analisi dei fenomeni di scambio di materia e di energia fra le fasi coinvolte, anche in presenza di passaggi di fase e reazioni chimiche.

PROGRAMMA:

Fisica e chimica degli ambienti naturali: atmosfera, acque, suolo e biosfera. Principali categorie di inquinanti delle fasi ambientali. Equazioni di bilanci macroscopici di materia e di energia in condizioni stazionarie. Sistemi aperti e chiusi, tipologia di reattori continui e batch. Reattori ideali perfettamente miscelati (CSTR) e a flusso a pistone (PFR), cenni su reattori reali. Equilibri termodinamici liquido-vapore. Legge di Raoult. Solubilità di gas: Legge di Henry. Aria umida e diagramma Psicrometrico. Cenni di fenomeni di trasporto di materia e di calore. Equazioni predittive per la valutazione dei coefficienti di trasporto di materia e di calore. Classificazione delle operazioni unitarie per il controllo delle emissioni inquinanti. Esempi di apparecchiature: Condensatori, Torri di assorbimento, Post-combustori, Colonne di adsorbimento.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

Comprendere le dinamiche tra sistemi e fasi ambientali attraverso la risoluzione di esercizi di bilancio di materia e di energia, in presenza di reazioni chimiche ed equilibri di fase.

Modalità di esame e modalità di valutazione

L'esame finale prevede lo svolgimento di una prova scritta, costituita da esempi numerici a risposta libera. La corretta impostazione e risoluzione degli esercizi numerici deve dimostrare la conoscenza delle leggi che regolano lo scambio di materia ed energia tra sistemi, naturali ed antropici, in presenza di reazioni chimiche ed equilibri di fase. L'esame si ritiene superato se lo studente dimostra di saper risolvere i problemi proposti nella prova scritta dell'esame. La valutazione dipenderà dal grado di dettaglio degli algoritmi che lo studente fornirà a risposta dei temi proposti, In particolare: una valutazione compresa fra (18-24) per aver dimostrato almeno la conoscenza delle nozioni fondamentali delle equazioni di bilancio di materia ed energia integrali; un voto compreso fra i valori (25-30) se dimostra la piena conoscenza delle equazioni di bilancio e delle equazioni di trasporto di materia e di calore e degli equilibri tra fasi ambientali.

INGEGNERIA SANITARIA AMBIENTALE

CFU	9	Anno	III	Semestre	I	SSD	ICAR03
Ore Lezione	60	Ore Esercitazione	12				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso mira a fornire agli allievi i criteri da utilizzare nella messa a punto delle strategie di protezione e risanamento ambientale, in correlazione con l'assetto e lo sviluppo del territorio. Il corso è altresì finalizzato a fornire informazioni sulla caratterizzazione dei sistemi ambientali, sulle fonti e sugli effetti dell'inquinamento, sulle azioni di prevenzione, sui principi degli interventi tecnici.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà approfonditamente le caratteristiche di qualità dei diversi comparti ambientali. Egli inoltre conoscerà e sarà in grado di comprendere gli impatti che su tali comparti possono avere le attività antropiche. Infine, egli conoscerà e sarà in grado di comprendere i possibili interventi di ingegneria finalizzati a mitigare le conseguenze degli impatti sopra citati.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di individuare i cicli ed i sistemi di trattamento più idonei per la correzione delle caratteristiche di qualità delle acque di approvvigionamento, per il trattamento delle acque reflue e dei rifiuti solidi, e per la mitigazione dell'inquinamento atmosferico, e saprà effettuare il dimensionamento di base delle unità di processo richieste per i trattamenti suddetti.

PROGRAMMA:

Principi di Ecologia e di Igiene. Rappresentazione e controllo dell'ambiente: componenti ambientali, strategie per la salvaguardia e la gestione dell'ambiente, cenni sulle procedure per la Valutazione di Impatto Ambientale. Caratteristiche di qualità dei corpi idrici: obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione, classificazione delle risorse superficiali e sotterranee. Acque di approvvigionamento: caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, normativa, principi dei processi di trattamento. Acque reflue: caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, carichi inquinanti, disciplina degli scarichi, normativa, principi dei processi depurativi, smaltimento finale. Inquinamento dei corpi idrici: fonti, effetti, capacità di autodepurazione. Inquinamento del suolo: fonti, effetti. Rifiuti solidi: caratteristiche, normativa, fasi della gestione, principi dei sistemi di smaltimento. Inquinamento dell'atmosfera: fonti, effetti, principali inquinanti, normativa, principi dei sistemi di trattamento.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
Conoscenza degli impatti antropici sull'ambiente. Capacità di utilizzare le strategie esistenti per la protezione ed il risanamento dei diversi comparti ambientali.
Modalità di esame e modalità di valutazione
L' esame consiste nella discussione orale degli argomenti affrontati durante il corso, con la finalità di: verificare le abilità acquisite dallo studente; valutare la sua capacità di applicare le conoscenze per la risoluzione di problemi tecnici; di stimare l'assimilazione dei concetti; di apprezzare la capacità di esporre tali argomenti con un linguaggio appropriato e con rigore metodologico. Alla prova di esame viene assegnata una votazione: a) <18/30, se lo studente non ha raggiunto il livello base di competenze, abilità o conoscenze, cioè non è in grado di risolvere problemi semplici o non è in grado di esporre i concetti basilari con autonomia e rigore logico; b) nell' intervallo [18, 25] se lo studente comprende e contestualizza problemi semplici in modo adeguato usando le metodologie in modo appropriato, ma limitatamente a situazioni note; c) nell' intervallo [26,30] se lo studente comprende e contestualizza problemi difficili utilizzando in modo autonomo ed efficace gli strumenti acquisiti ed espone con proprietà di linguaggio e collega consapevolmente le tematiche del corso.

LABORATORIO DI DISEGNO

CFU	6	Anno	I	Semestre	II	SSD	-
Ore Lezione	60	Ore Esercitazione	12				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità operative necessarie ad applicare concretamente la conoscenza dei metodi e delle tecniche grafiche e a favorire la capacità di utilizzare appieno gli strumenti metodologici.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente sarà in grado di leggere e interpretare criticamente elaborati grafici già esistenti a partire dalle nozioni apprese riguardanti le figure piane e le figure solide, le regole geometriche e i metodi di rappresentazione.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di utilizzare in maniera autonoma i metodi della rappresentazione e le tecniche grafiche producendo elaborati grafici personali.

PROGRAMMA:

Il concetto di spazio. Visione e percezione. La rappresentazione dello spazio. Richiami di geometria euclidea. Fondamenti di geometria proiettiva. Gli strumenti di rappresentazione e le tecniche di riproduzione. Gli strumenti del disegno: dal disegno a mano libera al disegno digitale. Introduzione alla Geometria Descrittiva. I Metodi della Rappresentazione. Il Metodo di Monge. Il Metodo delle proiezioni quotate. Il disegno digitale. I concetti base del disegno bidimensionale in ambiente CAD. Interazione tra sistema vettoriale e sistema raster. Il processo di stampa in ambiente CAD. La normativa UNI EN ISO per il disegno tecnico. Dalla rappresentazione mongiana al disegno allusivo della tridimensionalità. La proiezione assonometrica.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

Capacità di elaborare grafici personale e di sapere valutare in maniera autonoma se un disegno esistente è stato eseguito in maniera corretta oppure no e in quel caso saper indicare come devono essere corretti gli eventuali errori. Capacità di spiegare l'oggetto rappresentato in una tavola grafica.

Modalità di esame e modalità di valutazione

L'esame consta di due parti. La prima parte consiste nella redazione di un elaborato grafico per la rappresentazione del progetto, con le sue connotazioni morfologiche e costruttive, alle diverse scale di definizione. Nell'attribuzione del voto finale, questa parte ha un peso pari al 50%. I criteri per l'attribuzione del voto sono: i) correttezza del metodo utilizzato per l'esecuzione degli elaborati; ii) precisione e chiarezza dell'esecuzione grafica; iii) rispetto delle regole e delle normative grafiche. La seconda parte consiste nella esposizione e applicazione dei concetti teorici della geometria descrittiva attraverso elaborazioni grafiche, redatte sia a mano che in ambiente CAD. Nell'attribuzione del voto finale, questa parte ha un peso pari al 50%. I criteri per l'attribuzione del voto sono: i) correttezza nell'esposizione e applicazione dei concetti teorici; ii) precisione e chiarezza dell'esposizione; iii) padronanza del disegno a mano e del disegno digitale; iv) dimostrazione di senso critico e autonomia nell'integrazione e/o preferenza del disegno a mano e del disegno digitale.

LABORATORIO DI INGEGNERIA AMBIENTALE

CFU	3	Anno	I	Semestre	II	SSD	-
Ore Lezione	30	Ore Esercitazione	6				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo è orientato a far conoscere allo studente il mondo lavorativo nel quale si trovano ad operare gli Ingegneri per l'Ambiente e il Territorio.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione
Lo studente conoscerà i temi più attuali concernenti le attività professionali che andrà a svolgere.
Conoscenza e capacità di comprensione applicate
Lo studente sarà in grado di applicare gli strumenti idonei per affrontare e risolvere le problematiche proprie della professione di Ingegnere per l'Ambiente e il Territorio.

PROGRAMMA:

Seminari monotematici sulla protezione ambientale, gli impatti dell'uomo sull'ambiente, il dissesto idrogeologico, le fonti energetiche alternative ed innovative, l'utilizzo degli strumenti di calcolo e di rappresentazione delle informazioni nello spazio.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
Maturazione degli argomenti trattati nei seminari.
Modalità di esame e modalità di valutazione
L'esame finale consiste in un colloquio con il candidato al quale si chiederà fornire indicazioni sugli aspetti positivi e i possibili impatti degli interventi antropici sull'ambiente, argomentandoli con esempi derivati dai seminari ai quali ha partecipato. Nel corso del colloquio si valuteranno sia le abilità comunicative che la capacità di giudizio acquisite. Se al termine del colloquio lo studente avrà dimostrato di raggiungere un grado sufficiente di maturazione degli argomenti trattati, si esprimerà un giudizio positivo sull'acquisizione dei crediti formativi corrispondenti al corso laboratoriale

MECCANICA RAZIONALE

CFU	6	Anno	II	Semestre	I	SSD	MAT07
Ore Lezione	36	Ore Esercitazione	12				

Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi Matematica I – Geometria e Algebra

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo è orientato a fornire le nozioni relative agli elementi di base della geometria delle masse e del calcolo vettoriale, della cinematica e della statica del punto, dei sistemi di punti e dei corpi rigidi, anche nel formalismo lagrangiano.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà gli strumenti metodologici di base necessari per analizzare problemi di meccanica dei sistemi liberi e vincolati. Egli sarà in grado di comprendere e schematizzare mediante modelli matematici i sistemi meccanici a partire dalle nozioni apprese.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di affrontare problemi concernenti la geometria delle masse (nel caso di sistemi piani), di modellizzare sistemi meccanici liberi e vincolati mediante opportuna scelta delle coordinate lagrangiane e di risolvere problemi di statica per sistemi piani attraverso l'utilizzo delle equazioni cardinali della statica e del principio dei lavori virtuali.

PROGRAMMA:

Elementi di teoria dei vettori: Vettori liberi ed operazioni con essi. Sistemi (o campi) di vettori applicati. Momento polare. Asse centrale. Sistemi equivalenti e criteri di equivalenza. Sistemi equilibrati. Cinematica del punto: Posizione, Spostamento, Moto. Velocità. Traiettoria e legge oraria. Curvatura. Moto uniforme e moto uniformemente vario. Moto circolare. Moto elicoidale. Cinematica del corpo rigido: Modello di rigidità. Moti rigidi. Moti rigidi particolari: moto traslatorio, moto rototraslatorio, moto rotatorio e moto elicoidale. Teorema di Mozzi. Centro di istantanea rotazione. Moto piano. Centri assoluti e relativi. Cinematica di sistemi vincolati: Vincoli unilaterali/bilaterali, fissi/mobili, olonomi/anolonomi. Grado di libertà e coordinate lagrangiane. Spostamenti virtuali e grado di labilità. Analisi cinematica: sistemi isostatici, iperstatici e labili. Vincoli nel piano, vincoli esterni ed interni. Vincoli privi di attrito. Principio delle reazioni vincolari. Statica: Equazioni cardinali della Statica. Reazioni di vincoli esterni ed interni. Metodo dei Nodi e metodo di Ritter. Principio dei Lavori Virtuali (PLV). Analisi dell'equilibrio con il PLV. Condizione generale d'equilibrio pura. Metodo di Lagrange per il calcolo delle reazioni vincolari. Geometria delle masse: Baricentro. Momenti e prodotti d'inerzia. Teorema degli assi paralleli. Assi e momenti principali di inerzia.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
Conoscenza degli elementi di base della meccanica, nello specifico la cinematica del punto materiale e dei sistemi meccanici, in particolare quelli rigidi. Conoscenza della formulazione dei problemi della meccanica nel formalismo lagrangiano. Capacità di risoluzione di problemi di geometria delle masse e statica dei sistemi vincolati attraverso l'applicazione di opportune metodologie.
Modalità di esame e modalità di valutazione
L'esame prevede una prova scritta selettiva, che consiste nello svolgimento di uno o più esercizi volti a verificare la capacità dello studente di applicare le conoscenze acquisite durante il corso nella risoluzione di problemi di geometria delle masse e statica dei sistemi vincolati. La prova può comprendere anche quesiti a risposta libera di tipo teorico-concettuale. Inoltre, l'esame può comprendere anche una prova orale, ad integrazione di quella scritta, su richiesta dello studente (se risultato sufficiente allo scritto) oppure a discrezione del docente. La prova orale consiste in domande sia di carattere teorico-concettuale sia riguardanti l'applicazione di tecniche risolutive e descrittive sviluppate durante il corso. Nella valutazione della prova orale si terrà conto della qualità dell'esposizione, in termini di utilizzo di linguaggio appropriato e rigore metodologico, della capacità di correlazione trasversale tra i diversi argomenti del corso e con altre discipline; dell'autonomia di giudizio. La valutazione delle prove avrà un valore: a) <18/30 se lo studente non ha raggiunto il livello minimo di competenze, abilità o conoscenze, cioè non è in grado di risolvere problemi semplici o commette errori gravi nella risoluzione o usa una metodologia non adeguata o non è in grado di esporre i concetti basilari con autonomia e rigore logico; b) nell'intervallo [18, 25] se lo studente mostra una sufficiente/buona conoscenza dei contenuti teorici e capacità di utilizzarli al contesto dello studio; c) nell'intervallo [26,30] se lo studente comprende e contestualizza problemi articolati utilizzando in modo autonomo ed efficace gli strumenti acquisiti ed espone con proprietà di linguaggio e collega consapevolmente le tematiche del corso. In caso di prova scritta e orale si attribuisce lo stesso peso ad entrambe ai fini dell'attribuzione del voto.

PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

CFU	9	Anno	III	Semestre	II	SSD	ICAR20
Ore Lezione	42	Ore Esercitazione	30				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo è finalizzato a fornire agli studenti gli strumenti necessari per la conoscenza delle dinamiche territoriali. Tali strumenti consentiranno loro di sviluppare capacità di analisi, di interpretazione e di rappresentazione adeguate allo svolgimento delle attività tese al governo delle trasformazioni territoriali. Il focus sulla consapevolezza degli effetti derivanti dai cambiamenti climatici è teso ad orientare l'azione del pianificatore verso prospettive di mitigazione e di adattamento in linea con i principi della sostenibilità.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e sarà in grado di analizzare, interpretazione e rappresentare adeguatamente le attività tese al governo delle trasformazioni territoriali. Egli conoscerà e sarà in grado di comprendere gli effetti derivanti dai cambiamenti climatici e conoscerà le prospettive di mitigazione e di adattamento in linea con i principi della sostenibilità.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di potenziare attività di analisi e di progettazione in piccoli teams di lavoro, e saprà applicare competenze più squisitamente tecniche sulla base delle nozioni teorico-metodologiche acquisite.

PROGRAMMA:

I principali argomenti delle lezioni teoriche faranno riferimento a: Introduzione alla pianificazione territoriale in Italia e in Europa; Territorio e pianificazione territoriale: una visione sistemica; Territorio e sostenibilità: la relazione ambiente – risorse – territorio; Territorio e vulnerabilità: dalla fragilità alla resilienza; Dalla pianificazione territoriale al processo di governo delle trasformazioni territoriali; Integrazione trasporti-territorio-ambiente: dalla visione settoriale alla visione di integrazione; Vincoli e regole nel processo di pianificazione del territorio: riferimenti legislativi nazionali e regionali; Gli strumenti della pianificazione territoriale: piani generali e piani settoriali; La dimensione metropolitana e la pianificazione di area vasta.

Le esercitazioni saranno sviluppate in diversi segmenti articolati in ragione degli argomenti teorici e saranno prevalentemente orientate alla elaborazione di dati territoriali e cartografie tematiche descrittive dei fenomeni territoriali esaminati.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
Una parte dell'esame verterà sui contenuti dei principali argomenti trattati durante le lezioni teoriche. Una parte dell'esame sarà dedicato alla presentazione dell'elaborato progettuale. I criteri di giudizio faranno principalmente riferimento a: capacità espositiva, capacità di sintesi, capacità di focalizzare l'argomento oggetto della domanda, capacità di rappresentazione delle informazioni, proprietà di linguaggio tecnico.
Modalità di esame e modalità di valutazione
L'esame consiste in un colloquio orale sui principali argomenti trattati e simultanea discussione dell'elaborato progettuale messo a punto durante le fasi esercitative.
Nel seguito si riporta una griglia (Tabella 1) di valutazione articolata in ragione dei Descrittori di Dublino. Nella griglia si descrivono in maniera sintetica i criteri di valutazione adottati per l'elaborazione del giudizio finale da parte del docente

Tabella 1 - Criteri per l'attribuzione dei voti, in coerenza con gli obiettivi di apprendimento

Descrittore	Livello di competenza acquisito				
	Iniziale/Scarso 18-20	Base/ 21-24	Intermedio 25-27	Avanzato/Ottimo 28-30	Molto avanzato/Eccellente 30 e lode
Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)	Lo studente rievoca in maniera imprecisa le conoscenze relative agli argomenti di studio. La comprensione dei concetti appare limitata	Lo studente è in grado di rievocare e conferire fatti e definizioni richieste, ma dimostra una comprensione limitata dei concetti di base.	Lo studente è in grado di rievocare e conferire fatti e concetti studiati, utilizzando la terminologia acquisita con precisione, evitando ripetizioni mnemoniche.	Lo studente è in grado di rievocare, in maniera accurata ed elaborata, fatti e concetti acquisiti. È in grado di fornire esempi, confrontare dati ed elaborare ipotesi personali circa gli argomenti studiati, evitando ripetizioni mnemoniche.	Lo studente è in grado di rievocare, in maniera accurata ed elaborata, fatti e concetti acquisiti. È in grado di fornire esempi, confrontare dati ed elaborare ipotesi personali circa gli argomenti studiati, evitando ripetizioni mnemoniche. Si esprime con ottima proprietà di linguaggio e mostra di poter gestire autonomamente le relazioni tra i diversi argomenti.
Conoscenza e capacità di comprensione applicate (applying knowledge and understanding)	Lo studente rievoca in maniera imprecisa le conoscenze delle applicazioni pratiche svolte.	Lo studente è in grado di conferire sulle conoscenze tecniche applicative con scarsa autonomia e proprietà di linguaggio	Lo studente esprime con precisione i concetti applicativi acquisiti	Lo studente esprime con precisione i concetti applicativi acquisiti usando in maniera autonoma un'ottima capacità espressiva. Gestisce e si esprime attraverso un linguaggio tecnico appropriato	Lo studente esprime con estrema precisione i concetti applicativi acquisiti usando in maniera autonoma un'eccellente capacità espressiva. Gestisce e si esprime attraverso un linguaggio tecnico estremamente appropriato
Autonomia di giudizio (making judgements)	Lo studente manifesta difficoltà nell'identificare le principali componenti degli argomenti trattati e nel mostrarne le relazioni logiche. Riesce ad esprimere un proprio commento critico su	Lo studente identifica alcune delle premesse utili ad affrontare il discorso che, tuttavia, non appare sufficientemente fluido e manca, a volte, di relazioni	Lo studente analizza correttamente gli argomenti e le teorie di riferimento a sostegno della sua tesi. Offre almeno un commento critico	Lo studente ricostruisce in maniera corretta argomentazioni e teorie a sostegno della sua tesi, mostrando padronanza e sicurezza.	Lo studente ricostruisce in maniera estremamente corretta argomentazioni e teorie a sostegno della sua tesi, mostrando

	quanto studiato solo con l'aiuto del docente	logiche tra le sue parti. Lo studente offre una visione critica di quanto studiato che sembra essere non pienamente correlata a quanto appreso durante il corso.	ponderato in riferimento a quanto appreso durante il corso.	Offre due o più commenti critico riflessivi relativi a quanto appreso durante il corso	padronanza e sicurezza. Arricchisce il discorso con molti commenti critico riflessivi molto appropriati relativi a quanto appreso durante il corso
Abilità comunicative (communication skills)	Lo studente mostra difficoltà a comunicare il proprio punto di vista e a valorizzare il lavoro svolto. Riesce a riprendere padronanza degli argomenti solo attraverso l'intervento guida del docente	Lo studente mostra difficoltà a valorizzare il lavoro svolto, ma si esprime con proprietà di linguaggio in maniera sufficientemente autonoma.	Lo studente non mostra particolari difficoltà espressive e sembra aver acquisito una certa autonomia espressiva.	Lo studente mostra una particolare capacità espressiva e riesce a comunicare in maniera appropriata i propri criteri progettuali riuscendo a valorizzare il lavoro svolto.	Lo studente mostra un'eccellente capacità espressiva riuscendo, anche attraverso riferimenti, a comunicare in maniera molto appropriata i propri criteri progettuali valorizzando il lavoro svolto, in maniera estremamente appropriata.
Capacità di apprendere (learning skills)	Lo studente mostra una capacità appena sufficiente di apprendimento delle materie e degli approfondimenti trattati	Lo studente mostra una più che sufficiente capacità di apprendimento delle materie e degli approfondimenti trattati	Lo studente mostra una buona capacità di apprendimento delle materie e degli approfondimenti trattati	Lo studente mostra un'ottima capacità di apprendimento delle materie e degli approfondimenti trattati	Lo studente mostra un'eccellente capacità di apprendimento delle materie e degli approfondimenti trattati

PROBABILITA' E STATISTICA

CFU	9	Anno	II	Semestre	I	SSD	SECS-S02
Ore Lezione	48	Ore Esercitazione	24				

Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi Matematica I

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso intende trasmettere allo studente le competenze e le capacità operative necessarie per risolvere, con senso critico, semplici ma realistici problemi applicativi e/o per modellare ed analizzare fenomeni non deterministici non eccessivamente complessi.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà i modelli probabilistici e gli strumenti e metodi statistici elencati nel programma. Egli inoltre sarà in grado di comprenderne le proprietà e caratteristiche, le ipotesi sulle quali sono fondati, le finalità di utilizzo ed i limiti applicativi.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente saprà selezionare e/o costruire strumenti appropriati di statistica e calcolo delle probabilità per risolvere problemi applicativi ed analizzare fenomeni non deterministici.

PROGRAMMA:

Calcolo delle probabilità (4CFU): Algebra degli eventi. Elementi di calcolo combinatorio. Definizione di probabilità. Probabilità dell'unione. Probabilità condizionata. Probabilità dell'intersezione. Indipendenza stocastica. Teorema delle probabilità totali. Teorema di Bayes. Variabili aleatorie. Distribuzioni di probabilità. Media, varianza, moda, mediana e quantili. Covarianza e coefficiente di correlazione. Media e varianza condizionata. Modelli di variabili aleatorie: bernoulliana, binomiale, geometrica, binomiale negativa, ipergeometrica, Poisson, uniforme, esponenziale, normale. Teorema del limite centrale. Normale bivariata. Inferenza statistica (5 CFU): Popolazione, campionamento, campioni casuali e statistiche campionarie. Stima parametrica puntuale. Metodo dei momenti e della massima verosimiglianza. Stima parametrica per intervallo. Intervalli di confidenza per i parametri della popolazione gaussiana: variabili t di student e χ^2 quadrato. Intervallo di confidenza per il parametro p della popolazione bernoulliana. Test delle ipotesi. Ipotesi nulla, ipotesi alternativa, errore del I tipo, errore del II tipo, livello di significatività e potenza di un test. Test sui parametri della popolazione gaussiana. Test sul parametro della popolazione bernoulliana. Test per il confronto tra medie di popolazioni gaussiane. Test per il confronto tra varianze di popolazioni gaussiane: variabile aleatoria di Fisher. Modello di regressione lineare semplice.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
L'obiettivo della prova d'esame consiste nel verificare il livello di raggiungimento degli obiettivi formativi precedentemente indicati.
Modalità di esame e modalità di valutazione
L'esame si articola in una prova scritta e una prova orale. La prova scritta (n. 6 problemi) è incentrata su tutto il programma. La prova orale consiste nella discussione dello scritto e in altre domande integrative che potranno riguardare tutto il programma d'esame. La prova scritta è prevalentemente finalizzata ad accertare l'ampiezza delle conoscenze acquisite dallo studente e valutare la sua capacità di applicare le metodologie studiate e formalizzare con adeguato rigore metodologico le soluzioni proposte. La prova orale ha prevalentemente lo scopo di accertare la profondità delle conoscenze acquisite dallo studente, valutare la sua capacità di motivare i criteri di calcolo adottati per risolvere i problemi affrontati durante la prova scritta ed esporre i concetti basilari in maniera chiara, lucida e rigorosa. Nella definizione del voto finale l'esito della prova scritta (orale) ha un peso pari al 70% (30%). I criteri utilizzati per l'attribuzione dei voti sono riportati in Tabella 1.

Tabella 1 - Criteri utilizzati per l'attribuzione dei voti

Insufficiente	18-22	23-26	27-30	30 e lode
lo studente non è in grado di risolvere problemi anche molto semplici e/o commette errori gravi nella loro risoluzione e/o non è in grado di esporre i concetti basilari	lo studente è in grado di riprodurre le soluzioni di problemi di bassa e media difficoltà che ha visto svolgere da altri ma mostra una limitata capacità di usare le metodologie studiate e/o di esporre concetti basilari e/o di formalizzare le soluzioni proposte e/o di motivare le strategie di calcolo utilizzate	lo studente è in grado di risolvere problemi di bassa e -media difficoltà utilizzando le metodologie studiate in modo appropriato ed espone in maniera adeguatamente chiara i concetti basilari, ma non mostra una piena capacità di formalizzare le soluzioni proposte e/o di motivare le strategie di calcolo utilizzate	lo studente è in grado di affrontare e risolvere problemi di bassa, media e alta difficoltà, utilizza in modo appropriato le metodologie studiate, espone in maniera chiara, lucida e rigorosa i concetti basilari e mostra una piena capacità di formalizzare le soluzioni proposte e motivare le strategie di calcolo utilizzate	lo studente è in grado di affrontare e risolvere problemi di bassa, media e alta difficoltà, utilizza in modo appropriato le metodologie studiate, espone in maniera chiara, lucida e rigorosa i concetti basilari e mostra una piena capacità di formalizzare le soluzioni proposte e motivare le strategie di calcolo utilizzate, dando evidenza di un senso critico e/o di una autonomia fuori dalla norma.

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI I

CFU	6	Anno	II	Semestre	II	SSD	ICAR08
Ore Lezione	24	Ore Esercitazione	24				

Insegnamenti propedeutici previsti: Meccanica Razionale

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso si propone di fornire agli allievi gli elementi di base della meccanica dei solidi, delle travi e delle strutture con riferimento al comportamento elastico dei materiali, unitamente agli strumenti per valutare le deformazioni e le sollecitazioni nei solidi.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e sarà in grado di comprendere le problematiche relative al comportamento meccanico e la verifica di resistenza di solidi e strutture, con riferimento ad elementi semplici. Egli inoltre conoscerà e comprenderà le sollecitazioni e le verifiche di sicurezza dei solidi e delle travi.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di valutare le deformazioni e le sollecitazioni nei solidi e sarà in grado di applicare le teorie studiate alle travature semplici e per le opportune verifiche di resistenza dei solidi, delle travi e delle strutture, con riferimento ad elementi semplici.

PROGRAMMA:

Analisi statica e cinematica delle travi e dei sistemi di travi. Sistemi di forze. Vincoli. Strutture isostatiche, iperstatiche, labili. Ricerca delle reazioni vincolari e tracciamento dei diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione interna. Equazione differenziale della linea elastica per travi ad asse rettilineo. Calcolo di spostamenti e rotazioni. Corollari di Mohr. Il metodo delle forze per la risoluzione delle strutture iperstatiche. Equazioni di congruenza. Principio dei lavori virtuali. Applicazione del principio dei lavori virtuali per il calcolo di spostamenti in strutture isostatiche e per la risoluzione di strutture iperstatiche. Deformazione del volume elementare. Dilatazione lineare e scorrimento angolare. Espressione delle componenti della deformazione. Direzioni principali di deformazione e deformazioni principali. Stato piano di deformazione. Componenti cartesiane e tensoriali della tensione. Equazioni di equilibrio ai limiti per le tensioni. Relazioni di Cauchy. Equazioni indefinite dell'equilibrio. Direzioni principali di tensione e tensioni principali. Stato piano di tensione. Cerchio di Mohr per lo studio dello stato tensionale. Relazioni elastiche dirette ed inverse di Navier. Energia di deformazione. Potenziale elastico. Teorema di Clapeyron. Teorema di Betti. Sicurezza strutturale. Criteri di resistenza di Rankine, Beltrami, von Mises, Tresca, Mohr-Cauchy, Mohr-Coulomb. Richiami di geometria delle masse. Teoria della trave di Saint Venant. Sforzo Normale. Flessione retta. Flessione Deviata. Flessione composta. Torsione. Torsione in sezioni rettangolari allungate.

Formula di Bredt. Taglio. Trattazione approssimata di Jourawski. Stabilità dell'equilibrio. Formula di Eulero. Metodo omega. Verifiche di resistenza per i solidi e le strutture.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

Allo studente viene richiesto di conoscere e saper comprendere le problematiche relative al calcolo delle deformazioni e delle sollecitazioni nei solidi, e nelle travi, con riferimento a configurazioni semplici. Deve dimostrare di sapere elaborare discussioni circa il comportamento meccanico e le verifiche di sicurezza dei solidi e delle travi.

Modalità di esame e modalità di valutazione

L'esame si articola in una prova scritta, nella quale si accerta la capacità dello studente di calcolare le deformazioni e le sollecitazioni nei solidi e nelle travi con riferimento a configurazioni complesse, ed una prova orale nella quale si valuta il livello di acquisizione dell'autonomia di giudizi e delle capacità di discussione sopra elencate. Il voto finale viene attribuito come media pesata del voto dello scritto e dell'orale, attribuendo al primo un peso del 40%, ed al secondo un peso del 60%. La votazione per ciascuna delle prove è attribuita: nell'intervallo 18-22 se il livello di acquisizione delle conoscenze è adeguato, ma l'allievo non mostra di comprendere le problematiche sottese nei calcoli e nella discussione; nell'intervallo 23-27 se l'allievo rispetto al caso precedente, mostra anche di comprendere le problematiche sottese nei calcoli e nella discussione, ma non riesce a suggerire soluzioni efficaci per superarle; nell'intervallo 28-30 se l'allievo rispetto al caso precedente suggerire soluzioni efficaci per superarle le problematiche affrontate

STRUMENTI PER LA MOBILITA' SOSTENIBILE

CFU	9	Anno	II	Semestre	I	SSD	ICAR05
Ore Lezione	60	Ore Esercitazione	12				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per modellare un sistema di trasporto e trasmettere agli studenti le capacità operative necessarie ad applicare gli strumenti teorici e metodologici acquisiti.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente saprà impostare, a livello metodologico, la modellazione di un qualunque sistema di trasporto e a qualunque scala territoriale, essendo a conoscenza delle riflessioni e delle considerazioni da fare ogni volta per saper scegliere il giusto strumento metodologico.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente saprà costruire un sistema di modelli in grado di riprodurre il funzionamento di un sistema di trasporto e supportare quindi le attività progettuali proprie dell'ingegneria dei sistemi di trasporto a vantaggio della mobilità sostenibile.

PROGRAMMA:

Introduzione al corso: la mobilità sostenibile: le misure che è possibile prendere per incrementarla e gli strumenti quantitativi che possono supportare la scelta di tali misure. Fasi preliminari alla modellazione di un sistema di trasporto: individuazione dell'area di studio e zonizzazione. Modelli di offerta: Grafi per reti di trasporto privato e collettivo, urbano ed extraurbano, sincronici e diacronici. Calcolo delle prestazioni sulle reti di trasporto privato/collettivo: calcolo dei costi di percorso/iper-percorso. Stima della domanda: Richiami sul calcolo della probabilità e sulle variabili aleatorie. Modelli di utilità aleatoria: modelli per riprodurre le correlazioni tra le alternative: Logit multinomiale, Nested Logit, Cross-Nested Logit, CoRUM; modelli per riprodurre la "taste heterogeneity": Probit e Mixed Logit Random Coefficient, modelli Latent Class. Il modello ad aliquote parziali. Modelli per il calcolo dei flussi OD: modelli sequenziali vs. modelli gravitazionali; modelli di scelta del modo e del percorso. Specificazione, calibrazione e validazione dei modelli di utilità aleatoria: metodo della massima verosimiglianza, test t-student e rho quadro. Le indagini campionarie - RP e SP - per la stima diretta della domanda e per la calibrazione dei modelli; le indagini al cordone. L'uso ottimale di tutte le stime di domanda disponibili, parziali e/o totali, nella previsione della domanda; il metodo del pivot. Interazione domanda offerta: modelli di carico della rete e di assegnazione di equilibrio, deterministici e stocastici, a domanda rigida ed elastica, con enumerazione esplicita ed implicita dei percorsi.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
Relativamente ai contenuti teorici e metodologici trasferiti durante le lezioni, si valuterà il livello della comprensione delle conoscenze acquisite, la capacità di applicarle a contesti pratici, la padronanza con la quale saranno esposti i concetti.
Modalità di esame e modalità di valutazione
L'esame prevede una prova orale finalizzata alla verifica degli obiettivi di apprendimento. Il voto finale è il risultato di tale valutazione su quattro domande inerenti i quattro macro argomenti del corso: introduzione e fasi preliminari alla modellazione di un sistema di trasporto; modelli di offerta, stima della domanda, modelli di interazione domanda/offerta. Il peso attribuito a ciascuna domanda è lo stesso. Il voto finale si calcola come media del voto ottenuto per ciascuna risposta. Quest'ultimo è compreso tra 18 e 22 se lo studente risponde con sufficiente livello di dettaglio; è compreso tra 23 e 26 se lo studente risponde in maniera completa al quesito, ma non mostra un sufficiente grado di maturazione dei concetti acquisiti; è compreso tra 27 e 30 se lo studente supera le limitazioni di cui al caso precedente.

TECNICA DELLE COSTRUZIONI

CFU	9	Anno	III	Semestre	I	SSD	ICAR09
Ore Lezione		50	Ore Esercitazione		22		

Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi Matematica II - Meccanica Razionale - Scienza delle Costruzioni - Probabilità e Statistica

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo è finalizzato a fornire il concetto di sicurezza strutturale, e le prescrizioni ed i principi da seguire nell'effettuare la verifica e il progetto di semplici strutture, unitamente alla conoscenza della risposta dei materiali e di sezioni e di elementi a diverse tipologie di azioni assegnate e nei confronti di diversi livelli prestazionali.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà il concetto di sicurezza strutturale e sarà in grado di analizzare come le esigenze legate a questo principio si traducono poi in prescrizioni e principi da seguire nell'effettuare la verifica e il progetto di semplici strutture. Egli inoltre sarà in grado di analizzare la risposta dei materiali e la relativa modellazione, nonché la risposta di sezioni e di elementi per diverse tipologie di azioni assegnate e nei confronti di diversi livelli prestazionali (Stati Limite).

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di analizzare semplici strutture quali travi continue e telai piani sotto l'effetto di carichi assegnati. Inoltre, data una struttura di caratteristiche del tutto o in parte note, lo studente sarà in grado di eseguire le verifiche di sicurezza e/o di effettuarne il dimensionamento ed il progetto, in funzione del tipo di sollecitazione, delle caratteristiche dei materiali e dello Stato Limite di interesse.

PROGRAMMA:

Richiami di Scienza delle Costruzioni (diagrammi M, N, T; risoluzione strutture isostatiche ed iperstatiche: corollari di Mohr, metodo delle forze, metodo degli spostamenti e scrittura della matrice di rigidezza, utilizzo di schemi notevoli per la valutazione della cedevolezza). Materiali da costruzione e sicurezza strutturale (Il mix design del calcestruzzo; legame costitutivo e comportamento meccanico di calcestruzzo ed acciaio; problemi di aderenza acciaio-calcestruzzo; cenni di affidabilità strutturale: il metodo semi-probabilistico agli stati limite secondo la norma italiana). Statica del calcestruzzo armato (stato limite ultimo: valutazione della sezione inflessa e metodo dello stress block, valutazione della sezione pressoinflessa e costruzione dei domini, valutazione del taglio per sezioni armate e non; meccanismo di resistenza a torsione diretta; duttilità e curvatura, progettazione per resistenza e duttilità, verifica di confinamento passivo; stato limite di esercizio: concetto di omogenizzazione, calcolo delle tensioni, flessione semplice e composta con piccola e grande eccentricità, problemi di fessurazione e

deformazione). Metodi di analisi strutturale (risoluzione dei telai shear-type multipiano e multicampata; cenni di analisi matriciale; travi su suolo elastico alla Winkler). Applicazioni (progetto di un solaio latero-cementizio: schema strutturale e combinazioni di carico; progetto di un telaio in calcestruzzo armato su plinti isolati in cemento armato: predimensionamento, combinazioni di carico, gerarchia delle resistenze e minimi di armatura da normativa).

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

Capacità di eseguire analisi delle sollecitazioni agenti su semplici strutture quali travi continue, telai piani e travi di fondazione. Conoscenza dei principi di base relativi ai metodi di verifica della sicurezza strutturale e delle dirette implicazioni sulla caratterizzazione di azioni e resistenze. Capacità di modellare la risposta dei materiali da costruzioni, in coerenza con le prescrizioni normative. Capacità di effettuare verifiche di elementi e sezioni in calcestruzzo armato nei confronti di diverse caratteristiche della sollecitazione e a diversi Stati Limite. Capacità di redigere e discutere un elaborato progettuale.

Modalità di esame e modalità di valutazione

La prova di esame consiste nella risoluzione di esempi numerici (prova scritta), cui segue un colloquio orale (prova orale). Il voto viene attribuito come media di quello ottenuto nella prova scritta e quello ottenuto nella prova orale. L'intervallo di attribuzione del voto è compreso tra: 18 e 22 se lo studente è in grado di valutare l'adeguatezza di una soluzione progettuale adottata per una semplice struttura, ma non è in grado di applicare la normativa tecnica riguardante la verifica e la progettazione di strutture, né di interpretare autonomamente il senso delle prescrizioni in essa contenute; 23- 27 se lo studente, rispetto al caso precedente, è in grado di applicare la normativa tecnica riguardante la verifica e la progettazione di strutture, ma non di interpretare autonomamente il senso delle prescrizioni in essa contenute; 28-30 se lo studente supera le limitazioni di cui al caso precedente.

Allegato II - Schede attività formative del Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Parte II – Insegnamenti a Scelta Autonoma Suggeriti

ELETTROMAGNETISMO ED ELEMENTI DI SENSORISTICA

CFU	9	Anno	-	Semestre	II	SSD	FIS01
Ore Lezione	45	Ore Esercitazione	27				

Insegnamenti propedeutici previsti: Fisica Generale

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il percorso formativo è finalizzato a introdurre i concetti fondamentali riguardanti il campo elettrico ed il campo magnetico, con loro semplici applicazioni, funzionali per le loro ricadute in sensoristica, ed a fornire i fondamenti sugli aspetti fenomenologici e metodologici relativi all'analisi delle vibrazioni in strutture civili.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà il concetto di campo elettrico e di campo magnetico, e sarà in grado di comprenderne le loro semplici applicazioni, funzionali per le loro ricadute in sensoristica. Conoscerà e sarà in grado di comprendere, inoltre i fondamenti dell'analisi delle vibrazioni in strutture civili.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di pervenire alla risoluzione consapevole di semplici esercizi concernenti il campo elettrico e magnetico e le loro applicazioni in sensoristica, con particolare riguardo agli aspetti propedeutici della classe dell'Ingegneria Civile ed Ambientale.

PROGRAMMA:

Natura microscopica della carica elettrica, conduttori ed isolanti. Legge della forza elettrostatica di Coulomb: semplici applicazioni numeriche. Campo e potenziale elettrostatico nel vuoto: semplici applicazioni numeriche. Polarizzazione di un dielettrico. Teorema di Gauss e sua applicazione per il calcolo del campo elettrostatico. Proprietà dei conduttori in condizioni elettrostatiche. Correnti stazionarie. Legge di Ohm. Principi di Kirchhoff. Potenza ed energia dissipata in circuiti elementari: semplici esercizi applicativi. Circuiti percorsi da corrente quasi-stazionaria: carica e scarica di un condensatore: semplici applicazioni numeriche. Principio di funzionamento di un fusibile e di un impianto di "messa a terra". Magnetostatica. Forza di Lorentz e di Laplace: semplici esercizi applicativi. Principio di funzionamento dei motori elettrici, di un oscilloscopio, di un amperometro analogico, e dei sensori ad effetto Hall. La legge di Biot e Savart e la prima formula di Laplace: semplici esercizi applicativi. Il flusso dell'induzione magnetica. La circuitazione del campo di induzione magnetica e applicazioni del teorema di Ampere: solenoide ideale lineare e cavo coassiale con semplici applicazioni numeriche. Cenni di magnetismo della materia. Campi magnetici variabili e la legge dell'induzione elettromagnetica con semplici applicazioni numeriche. Principio di funzionamento di un alternatore e di un trasformatore statico a secondario aperto. Fenomeno dell'autoinduzione. Teorema di Ampere-Maxwell e cenni sulla generazione, rilevazione, spettro ed

applicazioni delle onde elettromagnetiche. Riflessione e rifrazione, indice di rifrazione e fenomeno della dispersione cromatica. Leggi di Snell, fenomeno della riflessione totale e principio di funzionamento delle fibre ottiche. Equazione delle onde elastiche longitudinali, e sua soluzione nel caso di onde elastiche longitudinali di tipo sinusoidale. Significato fisico delle costanti k e ω che compaiono nella funzione che rappresenta lo spostamento di un'onda elastica. Onde elastiche progressive e regressive e loro velocità di propagazione: semplici applicazioni numeriche. Frequenza di vibrazione spontanea di una struttura elementare. Lunghezza d'onda fondamentale di vibrazione spontanea nel caso di travi sottili variamente vincolate. Fenomeno della risonanza e spettro delle frequenze di risonanza. Introduzione alla sensoristica per i controlli non distruttivi. Controllo non distruttivo di una semplice struttura effettuato mediante lo spettro delle frequenze di risonanza: semplici esercizi applicativi. Esempi di applicazioni degli ultrasuoni in alcuni controlli non distruttivi. Estensimetri: estensimetro a corda vibrante. Effetto piezoelettrico diretto ed inverso, e loro utilizzo per la realizzazione di sensori e attuatori di oscillazioni: semplici esercizi applicativi. Principio di funzionamento di un accelerometro piezoelettrico. Effetto piezoresistivo e suo utilizzo per la costruzione di un "strain gauge": semplici esercizi applicativi. Piezomagnetismo: effetto magnetoelastico diretto e inverso. Attuatore-oscillatore magnetostrittivo e sensore magnetoelastico di deformazione dinamica.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

La preparazione dello studente sarà valutata in base alla capacità di descrivere i principi fisici che sono alla base di fenomeni caratteristici dell'elettromagnetismo e della sensoristica, e di saper affrontare e risolvere problemi numerici, in maniera metodologicamente corretta e rigorosa.

Modalità di esame e modalità di valutazione

L'esame è volto ad accertare la capacità di saper risolvere semplici problemi numerici (obiettivo a), oltre alla verifica della conoscenza degli argomenti presenti nel programma del corso (obiettivo b).

La modalità di verifica del raggiungimento degli obiettivi è costituita da: i) prova scritta su risoluzione di quattro problemi strutturati a risposta libera (verifica obiettivo a - voti assegnati 15/30); ii) prova scritta (in aula o da remoto) con domande a risposta aperta (verifica obiettivo b - voti assegnati 15/30); iii) prova orale ad eventuale integrazione delle precedenti.

Le prove, problemi e domande scritte od orali, possono riguardare tutti gli argomenti del corso. La prova i) è a soglia. Il mancato superamento della soglia comporta la bocciatura. In caso di superamento, sarà consentito allo studente di completare lo scritto con la prova ii). Se la soglia delle prove i) e ii) è superata, si considera la prova scritta nel suo insieme [(i)+ii)], ed entrambe le parti concorreranno alla formazione del voto dello scritto. Con un voto complessivo maggiore o uguale a 18/30 si potrà accedere alla eventuale prova orale che potrà pesare sul voto fino ad un massimo di +/- 2/30. La prova orale iii) sarà calendarizzata nei giorni seguenti allo scritto, contestualmente alla illustrazione delle correzioni delle prove i) e ii).

GEORISORSE E RISCHI GEOLOGICI

CFU	9	Anno	III	Semestre	II	SSD	GEO05
Ore Lezione	40	Ore Esercitazione	32				

Insegnamenti propedeutici previsti: Geologia Applicata

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso intende fornire allo studente conoscenze finalizzate all'arricchimento ed al completamento della preparazione nell'ambito della Geologia Applicata, ponendo in sinergia il proprio impegno con il rigore delle altre attività formative proposte dal Corso di Studi.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e sarà in grado di comprendere le cause dei processi fisici della litosfera. Sarà altresì in grado di coglierne le implicazioni nell'ambito dell'Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di estendere i concetti ed i metodi di studio tipici delle georisorse e dei rischi naturali nel contesto multidisciplinare dell'ingegneria. Egli avrà le conoscenze operative necessarie per applicazioni nell'ambito del reperimento dei materiali naturali da costruzione, delle risorse idriche sotterranee e della difesa del suolo, anche alla luce dei cambiamenti climatici in corso.

PROGRAMMA:

Concetti di Georisorsa e Rischio geologico. Interazioni tra i litotipi più diffusi in Appennino meridionale, la difesa del suolo, le risorse naturali e le opere di ingegneria. Le risorse geologiche ed idriche sotterranee. Le rocce e il loro impiego per uso edilizio e ornamentale. Richiami di geologia regionale. Studi geologici per la coltivazione delle cave. La circolazione idrica sotterranea nei mezzi porosi e fratturati. Quantizzazione delle risorse. Determinazione della permeabilità mediante prove in sito. La Geomorfologia e lo studio del rilievo terrestre. La dinamica fluviale e i processi geomorfologici connessi. Morfologie costiere. Il rischio legato all'instabilità dei versanti. Le classificazioni delle frane e dei processi di intensa erosione. Rapporti tra piogge e frane. I modelli idrologici. Rapporti tra terremoti e frane. Incidenza dei cambiamenti climatici sulla franosità. Le indagini geognostiche nello studio delle frane. Pericolosità, vulnerabilità e rischio. I processi di intensa erosione e stime quali-quantitative. Mitigazione del rischio da frana. Interventi di stabilizzazione attivi e passivi. Misure non strutturali. Limitazioni d'uso del territorio. Autorità di bacino e piani stralcio per l'assetto idrogeologico. Il rischio legato alle opere di ingegneria. Le gallerie: problematiche geologiche ed idrogeologiche nella realizzazione delle gallerie. Le dighe: problemi geologici nella realizzazione degli sbarramenti artificiali. Stabilità della sezione di sbarramento e dell'invaso. Tenuta idraulica della sezione di sbarramento e dell'invaso. Cenni sui fenomeni di interrimento degli invasi. Le infrastrutture di trasporto: problematiche geologiche ed idrogeologiche.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
L'esame finale ha la finalità di verificare il raggiungimento, a diversi livelli, degli obiettivi descritti ai punti precedenti.
Modalità di esame e modalità di valutazione
L'esame finale includerà una prova scritta, consistente nello sviluppo di elaborati grafici numerici a risposta libera, che saranno successivamente discussi in sede di colloquio orale, a sua volta integrato con domande concernente gli argomenti trattati durante il corso. Il voto finale risulterà come media pesata del voto della prova scritta (peso 40%) e del colloquio orale (peso 60%). Nell'attribuzione del voto si terrà conto di: 1) conoscenza dei nuclei fondanti della disciplina; 2) capacità di argomentare, collegare ed effettuare la sintesi delle informazioni acquisite; 3) uso appropriato del linguaggio tecnico proprio della materia. Se su ciascuno dei tre punti citati lo studente risulterà sufficiente, il voto sarà variabile tra 18-22; se in almeno uno dei punti citati raggiungerà la soglia di buono il voto sarà compreso tra 22 e 27. Se la soglia di buono sarà superata su almeno uno dei punti citati il voto sarà compreso tra 28 e 30.

IMPIANTI CHIMICI PER IL CONTROLLO DELL'IMPATTO AMBIENTALE DEI PROCESSI INDUSTRIALI

CFU	9	Anno	III	Semestre	II	SSD	ING-IND25
Ore Lezione		40	Ore Esercitazione		32		

Insegnamenti propedeutici previsti: Chimica - Fisica Tecnica – Ingegneria Chimica Ambientale

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso intende fornire nozioni di base di termodinamica e cinetica chimica applicata agli impianti industriali, oltre che i fondamenti teorici e gli elementi di base dei reattori chimici e delle operazioni unitarie utilizzate nell'industria di processo, con particolare attenzione ai loro aspetti ambientali.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e sarà in grado di comprendere il funzionamento delle principali tipologie di apparecchiature utilizzate per il trattamento delle emissioni inquinanti nell'industria di processo.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di definire e gestire le più appropriate tecnologie per il trattamento di effluenti inquinanti in specifici contesti industriali e produttivi.

PROGRAMMA:

Classificazione degli inquinanti e delle fonti di inquinamento industriali. Inquinanti emergenti. Interventi tecnologici per il controllo delle emissioni d'inquinanti industriali gassosi. Principi di termodinamica dei processi chimici. Equilibri di reazione. Cinetica dei processi chimici. Velocità e ordine di reazione. Processi di combustione. Bilanci integrali di materia ed energia applicati agli impianti chimici. P&I e schemi di processo. Reattori ideali PFR e CSTR e reattori reali. Classificazione delle operazioni unitarie. Operazioni unitarie basate su proprietà fisiche-meccaniche. Operazioni unitarie basate su proprietà cinetiche. Operazioni unitarie basate su proprietà termodinamiche. Esempi di operazioni unitarie: Distillazione, Assorbimento, Adsorbimento, Evaporatori singolo e a multiplo effetto, Torri di raffreddamento, Dispositivi per la rimozione di particelle solide da fluidi.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

L'esame finale ha la finalità di verificare il raggiungimento, a diversi livelli, delle conoscenze di base relativamente al funzionamento degli impianti chimici utilizzati per il controllo delle emissioni inquinanti nell'industria di processo.

Modalità di esame e modalità di valutazione

L'esame consiste in una prova orale avente le finalità di cui al punto a). La valutazione dipenderà dal grado di dettaglio delle competenze acquisite sugli aspetti di base del funzionamento degli impianti chimici e dei loro principi di utilizzo, con particolare attenzione ai loro aspetti ambientali. La valutazione sarà compresa fra (18-24) se si dimostra almeno la conoscenza dei principi di base della termodinamica e della chimica applicata agli impianti chimici e compresa fra (25-30) se include la capacità di analisi del funzionamento delle più comuni tipologie di impianti utilizzate nell'industria di processo per il controllo delle emissioni inquinanti.

MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

CFU	9	Anno	-	Semestre	II	SSD	ICAR03
Ore Lezione	54	Ore Esercitazione	18				

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso intende illustrare le cause del cambiamento climatico e gli strumenti a disposizione per prevenire l'aggravarsi del problema, e mitigarne gli effetti.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e sarà in grado di comprendere le cause di natura antropica dei cambiamenti climatici e gli impatti dei cambiamenti climatici nei diversi comparti ambientali. Egli, inoltre, conoscerà e comprenderà le misure e le normative in materia di prevenzione e mitigazione dei cambiamenti climatici.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente acquisirà e saprà adoperare gli strumenti di simulazione e stima degli effetti a scala locale e globale dei cambiamenti climatici, e sarà capace di proporre soluzioni tecnologiche e gestionali per mitigare in modo sostenibile l'impatto ad essi dovuto.

PROGRAMMA:

L'insegnamento permette di approfondire i diversi aspetti del problema globale dei cambiamenti climatici fornendo gli elementi necessari per la valutazione delle principali cause e dei maggiori impatti, nonché per l'impostazione di strategie e politiche all'avanguardia. In primo luogo, viene introdotta la problematica dei cambiamenti climatici attraverso la definizione dei concetti di rischio, incertezza, precauzione ed evidenza scientifica. Vengono, dunque, approfondite le basi fenomenologiche e le cause di natura antropica che possono portare ad un incremento delle emissioni di anidride carbonica (CO₂) e altri gas clima-alteranti. Vengono analizzati nel dettaglio i cicli biogeochimici naturali dei principali elementi (carbonio, azoto e fosforo) e le inevitabili implicazioni di natura antropica su di essi. Viene illustrata la fenomenologia dell'effetto serra e vengono studiati gli effetti dei cambiamenti climatici sui diversi comparti ambientali (riscaldamento globale, desertificazione, approvvigionamento idrico e estremizzazione dei fenomeni atmosferici), fornendo gli strumenti matematici di simulazione che permettono di prevedere gli effetti a scala locale ed a scala globale. Vengono esaminati i metodi di stima delle emissioni dalle diverse tipologie di sorgenti e gli scenari emissivi redatti da diverse organizzazioni scientifiche. Vengono illustrati la Kaya identity, il Global Warming Potential e altri sistemi alternativi di valutazione del potenziale clima-alternate e di riscaldamento globale. Sono quindi presentate le strategie di mitigazione in diversi settori, quali quello dell'agricoltura, dei trasporti e della produzione di energie rinnovabili. Vengono illustrate nel dettaglio le stime di assorbimento della CO₂ dai sistemi forestali e agricoli. Sono studiate tutte le tecnologie ad elevata

sostenibilità ambientale esistenti basate su cattura e utilizzazione (carbon capture and utilization -CCU) e cattura e stoccaggio (carbon capture and storage -CCS) del carbonio presente nella CO₂ al fine di minimizzare le emissioni clima-alteranti: produzione e riutilizzo agronomico di biochar, fermentazione di correnti gassose contenenti CO₂ e monossido di carbonio (syngas, biogas e gas di scarico di centrali termoelettriche), ed immagazzinamento del carbonio in biopolimeri e proteine di origini microbiche. Vengono analizzate le recenti normative proposte a livello comunitario, nazionale e regionale. Si illustrano gli aspetti chiave del Protocollo di Kyoto, del Pacchetto Clima "20 20 20", della Strategia Europea di Adattamento ai Cambiamenti Climatici del 2013, dell'Accordo sul clima di Parigi del 2015 e delle varie strategie di completa "decarbonizzazione" da intraprendere entro il 2050. Vengono, infine, indicati i diversi strumenti del mercato del carbonio e i sistemi di rendicontazione della riduzione delle emissioni.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare

L'esame finale ha lo scopo di verificare il raggiungimento della conoscenza dei concetti chiave legati alla problematica dei cambiamenti climatici quali i confini planetari, la fenomenologia dell'effetto serra, le principali fonti di emissione, il potenziale di surriscaldamento globale dei vari gas clima-alteranti, i grandi cicli biogeochimici naturali degli elementi e le tecniche di cattura del carbonio. Esso, inoltre, intende valutare la consapevolezza e la maturità degli studenti nella comprensione degli impatti delle attività antropiche sui sistemi biofisici e proporre soluzioni tecnologiche e strategie sostenibili alternative a quelle consolidate.

Modalità di esame e modalità di valutazione

Colloquio orale. L'esame consiste in una discussione orale volta all'accertamento delle conoscenze maturate dallo studente sui concetti chiave dell'insegnamento e alla valutazione delle sue capacità di esporli con chiarezza e rigore metodologico. L'esame è altresì finalizzato a valutare la maturità conseguita dallo studente nel saper individuare gli impatti delle attività antropiche sui vari comparti ambientali e sui sistemi socio-ecologici ed a proporre soluzioni caratterizzate da maggiore sostenibilità ambientale. La valutazione dell'esame sarà: a) <18/30 se lo studente dimostra di non aver compreso i concetti di base dell'insegnamento e i principi fisico-chimici alla base dell'effetto serra e delle tecniche di cattura dell'anidride carbonica; b) compreso tra 18 e 25 se lo studente comprende e contestualizza problemi semplici in modo adeguato e limitatamente a situazioni note; maggiore o uguale a 26 se lo studente comprende e contestualizza problemi difficili, dimostra di saper ragionare in maniera autonoma sugli argomenti dell'insegnamento, collegando le tematiche tra di loro, e si esprime con notevole proprietà di linguaggio.

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI II

CFU	9	Anno	III	Semestre	I	SSD	ICAR08
Ore Lezione	36	Ore Esercitazione	36				

Insegnamenti propedeutici previsti: Scienza delle Costruzioni I

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso si propone di fornire agli allievi elementi avanzati della meccanica dei solidi, delle travi e delle strutture con riferimento al comportamento elastico dei materiali, unitamente agli strumenti per valutare le deformazioni e le sollecitazioni nei solidi, anche con riferimento ad elementi complessi.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI:

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e sarà in grado di comprendere le problematiche relative al comportamento meccanico e la verifica di resistenza di solidi e strutture anche complesse. Egli inoltre conoscerà e comprenderà le sollecitazioni e le verifiche di sicurezza dei solidi e delle travi anche con riferimento ad elementi complessi.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di valutare le deformazioni e le sollecitazioni nei solidi e sarà in grado di applicare le teorie studiate alle travature complesse e per le opportune verifiche di resistenza dei solidi, delle travi e delle strutture complesse.

PROGRAMMA:

Analisi delle strutture. Determinazione delle reazioni vincolari e dei diagrammi delle sollecitazioni interne nelle travi e nei telai. Calcolo di spostamenti e rotazioni nelle travi, nei telai e nei sistemi di travi. Il metodo delle forze per la risoluzione delle strutture iperstatiche. Equazioni di congruenza. Principio dei lavori virtuali per le travi ed i telai. Applicazione del principio dei lavori virtuali per il calcolo di spostamenti di travi e di telai e per la risoluzione di strutture iperstatiche composte da travi, telai e sistemi di travi. Il metodo degli spostamenti per la risoluzione delle strutture iperstatiche. Approfondimenti della trattazione della teoria della trave. Sforzo normale e flessione. Flessione deviata e composta. Centro di sollecitazione. Torsione. Torsione in sezioni con parete sottile. Torsione in sezioni composte. Taglio. Trattazione del taglio in sezioni con parete sottile. Centro di taglio. Verifiche di resistenza per le travi, i telai e le strutture composte da travi. Applicazione della teoria della trave di Saint Venant ai casi reali. Stabilità dell'equilibrio elastico. Carico critico. Snellezza limite. Curva di Eulero. Principio di stazionarietà dell'energia potenziale totale. Linee d'influenza. Introduzione al metodo agli elementi finiti per l'analisi del comportamento meccanico dei solidi e delle strutture. Applicazioni del metodo agli elementi finiti per il calcolo dello stato di deformazione e di sollecitazione nei continui. Simulazione numerica del comportamento meccanico dei solidi e delle strutture. Metodi di analisi sperimentale dei materiali e delle strutture. Prove per il controllo

dei materiali. Metodi di indagine per le verifiche sperimentali dei solidi e delle strutture. Possibilità di visite tecniche guidate, visite al laboratorio di prova dei materiali e delle strutture e seminari di professionisti esterni.

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO:

Risultati di apprendimento che si intende verificare
Allo studente viene richiesto di conoscere e saper comprendere le problematiche relative al calcolo delle deformazioni e delle sollecitazioni nei solidi, e nelle travi, con riferimento a configurazioni complesse. Deve dimostrare di sapere elaborare discussioni anche complesse circa il comportamento meccanico e le verifiche di sicurezza dei solidi e delle travi, con riferimento a configurazioni articolate
Modalità di esame e modalità di valutazione
L'esame si articola in una prova scritta, nella quale si accerta la capacità dello studente di calcolare le deformazioni e le sollecitazioni nei solidi e nelle travi con riferimento a configurazioni complesse, ed una prova orale nella quale si valuta il livello di acquisizione dell'autonomia di giudizi e delle capacità di discussione sopra elencate. Il voto finale viene attribuito come media pesata del voto dello scritto e dell'orale, attribuendo al primo un peso del 40%, ed al secondo un peso del 60%. La votazione per ciascuna delle prove è attribuita: nell'intervallo 18-22 se il livello di acquisizione delle conoscenze è adeguato, ma l'allievo non mostra di comprendere le problematiche sottese nei calcoli e nella discussione; nell'intervallo 23-27 se l'allievo rispetto al caso precedente, mostra anche di comprendere le problematiche sottese nei calcoli e nella discussione, ma non riesce a suggerire soluzioni efficaci per superarle; nell'intervallo 28-30 se l'allievo rispetto al caso precedente suggerire soluzioni efficaci per superarle le problematiche affrontate.

Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Classe delle lauree in Ingegneria Civile e Ambientale, Classe L-7

INSEGNAMENTO O ATTIVITÀ FORMATIVA	MODULO (OVE PRESENTE)	CFU	SSD	TIPOLOGIA (*)	AMBITI DISCIPLINARI	PROPEDEUTICITÀ
I Anno I Semestre						
Analisi Matematica I		9	MAT/05	1	Mat., Inf., Stat.	
Geometria e Algebra		6	MAT/03	1	Mat., Inf., Stat.	
Fisica Generale		9	FIS/01	1	Fis. e Chim.	
I Anno II Semestre						
Analisi Matematica II		9	MAT/05	1	Mat., Inf., Stat.	Analisi Matematica I
Chimica		6	CHIM/07	1	Fis. e Chim.	
Laboratorio di Disegno		6	ICAR/17	2	Ing. Civile	
Ulteriori attività: Laboratorio di Ingegneria Ambientale		3		6	Ulteriori attività formative	
Inglese		3		5		
II Anno I Semestre						
Strumenti per la mobilità sostenibile		9	ICAR/05	2	Ing. Civile	
Meccanica Razionale		6	MAT/07	1	Mat., Inf., Stat.	Analisi Matematica I - Geometria e Algebra
Fisica Tecnica		9	ING-IND/10	4	Attività Affini o Integrative	Analisi Matematica I, - Fisica Generale
Probabilità e Statistica		9	SECS-S/02	4	Attività Affini o Integrative	Analisi Matematica I
II Anno II Semestre						
Geologia Applicata		6	GEO/05	2	Ing. Amb. Terr.	
Idraulica		9	ICAR/01	2	Ing. Amb. Terr.	Analisi Matematica II- Fisica Generale
Scienza delle Costruzioni I		6	ICAR/08	2	Ing. Civile	Meccanica Razionale
III Anno I Semestre						
Ingegneria Sanitaria-Ambientale		9	ICAR/03	2	Ing. Amb. Terr.	
Fondamenti di Geotecnica		9	ICAR/07	2	Ing. Civile	Idraulica - Scienza delle Costruzioni I
Tecnica delle Costruzioni I		9	ICAR/09	2	Ing. Sicurezza e Protezione Civ.	Scienza delle Costruzioni I
III Anno II Semestre						
Ingegneria Chimica Ambientale		9	ING-IND/25	2	Ing. Amb. Terr.	Chimica
Pianificazione Territoriale		9	ICAR/20	2	Ing. Amb. Terr.	
Costruzioni Idrauliche		9	ICAR/02	2	Ing. Sicurezza e Protezione Civ.	Idraulica
Prova finale		3		5		
Insegnamenti a scelta autonoma						
Insegnamenti a scelta autonoma dello studente ^(§)		18		3		

^(§) Ciascuno degli Insegnamenti a scelta autonoma dello studente (per un totale di 18 CFU) può essere inserito, in maniera indifferente, al I, al II o al III anno di corso, purché siano rispettate le eventuali propedeuticità prescritte.

Insegnamenti a scelta autonoma suggeriti

<i>Insegnamenti suggeriti per la scelta autonoma</i>	CFU	SSD	Anno	Semestre	Propedeuticità	Mutuato da
Elettromagnetismo ed Elementi di Sensoristica	9	FIS/01	I/II/III	II	Fisica Generale	L-IAT
Georisorse e Rischi Geologici	9	GEO/05	III	II		L-IAT
Impianti chimici per il controllo dell'impatto ambientale dei processi industriali	9	ING- IND 25	III	II	Chimica - Fisica Tecnica – Ingegneria Chimica Ambientale	L-IAT
Mitigazione dei Cambiamenti Climatici	9	ICAR/03	I/II/III	II		L-IAT
Scienza delle Costruzioni II	9	ICAR/08	III	II	Scienza delle Costruzioni I	L-IAT
Strade e BIM per Infrastrutture [§]	9	ICAR-04	II/III	I		Civile
Tecnologia dei materiali [§]	9	ING-IND/22	II/III	II	Chimica	Civile

[§]Corsi mutuati dal CdS in Ingegneria Civile. Si rimanda al Regolamento di tale CdS per le specifiche

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1,a)	Art. 10 comma 1,b)	Art. 10 comma 5,a)	Art. 10 comma 5,b)	Art. 10 comma 5,c)	Art. 10 comma 5,d)	Art. 10 comma 5,e)

- 1 art. 10,1,a Attività formative di base
- 2 art. 10,1,b Attività formative caratterizzanti la classe - Ingegneria civile
- 3 art. 10,5,a Attività formative autonomamente scelte dallo studente purché coerenti con il progetto formativo
- 4 art. 10,5,b Attività formative in uno o più ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti
- 5 art. 10,5,c Attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio
- 6 art. 10,5,d Attività formative, non previste dalle lettere precedenti, volte ad acquisire ulteriori conoscenze
- 7 art. 10,5,e Attività formative relative agli stages e ai tirocini sulla base di apposite convenzioni.