

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

FACOLTÀ di INGEGNERIA

**LAUREA SPECIALISTICA
in
INGEGNERIA CIVILE**

Classe di Laurea specialistica: 28/S – Ingegneria Civile

REGOLAMENTO DIDATTICO

ai sensi dell'art. 12 del D.M. 509/99

Approvato dal Consiglio di Facoltà del 5 Luglio 2007

Art. 1. Denominazione del Corso di studio e classe di appartenenza

Il *Corso di laurea specialistica in Ingegneria Civile* della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli studi di Pavia appartiene alla Classe 28/S delle Lauree specialistiche in *Ingegneria Civile*.

Art. 2. Norme generali

L'ordinamento e l'organizzazione degli studi del *Corso di laurea specialistica in Ingegneria Civile* è disciplinato, nel rispetto della libertà di insegnamento e di quanto stabilito nello Statuto dell'Università di Pavia, dai seguenti regolamenti:

- Regolamento generale d'Ateneo;
- Regolamento didattico d'Ateneo;
- Regolamento della Facoltà di Ingegneria;
- Regolamento didattico del Corso di laurea specialistica (costituito dal presente regolamento).

Art. 3. Struttura responsabile del coordinamento didattico e organizzativo

Nel rispetto delle competenze e dei criteri stabiliti dai regolamenti indicati all'art. 2, il coordinamento didattico e organizzativo delle attività del Corso di studio è assicurato dal *Consiglio Didattico di Ingegneria Civile e Ambientale*, nel seguito indicato semplicemente come *Consiglio Didattico (CD)*.

Art. 4. Obiettivi formativi del Corso di studio

Il corso di laurea specialistica in Ingegneria Civile è finalizzato alla formazione di figure professionali dotate di un'approfondita conoscenza degli aspetti teorico-scientifici delle discipline ingegneristiche di base e caratterizzanti la classe che siano capaci di identificare, interpretare, formulare e risolvere anche in modo innovativo i principali problemi, anche complessi o che richiedano un approccio interdisciplinare, tipici dell'ingegneria civile.

L'attività formativa, nella quale particolare importanza verrà data agli aspetti di tipo metodologico, sarà strutturata in modo da fornire competenze ingegneristiche avanzate per l'esercizio dell'attività professionale ad elevato livello di qualificazione.

Nello sviluppo degli aspetti ingegneristici trattati, particolare importanza sarà data alla generalizzazione degli inquadramenti teorici già proposti nel triennio, in modo che la preparazione fornita non sia soggetta a rapida obsolescenza, consenta di affrontare con buona sicurezza anche problemi nuovi e dia gli strumenti per seguire nel tempo i necessari aggiornamenti.

Contestualmente, il percorso formativo permetterà allo studente di acquisire una personale esperienza degli strumenti di indagine sperimentale (misure statiche, dinamiche, cinematiche...) e degli strumenti numerici (simulazioni dei fenomeni studiati con uso di modelli matematici di tipo deterministico e stocastico) che attualmente sono impiegati in un approccio avanzato ai problemi dell'ingegneria civile.

Nel suo percorso formativo l'allievo potrà anche acquisire le necessarie conoscenze sul contesto economico e giuridico-normativo degli ambiti in cui dovrà operare.

Il corso di laurea specialistica mira inoltre a fornire le conoscenze su cui basare eventuali successivi approfondimenti nell'ambito dei corsi di studio successivi (Master di 2° livello e Dottorati di Ricerca).

Art. 5. Regole per l'accesso al Corso di studio

1. Per l'iscrizione al *Corso di laurea specialistica in Ingegneria Civile* è richiesto il possesso di un diploma di laurea o di altro titolo di studio equipollente conseguito all'estero, riconosciuto idoneo ai sensi delle leggi vigenti.

2. L'ammissione al corso di laurea specialistica è inoltre subordinata al possesso dei necessari requisiti curriculari, fissati attraverso la definizione del numero minimo di crediti formativi

universitari (CFU), riconosciuti idonei dal CD, che il candidato deve aver acquisito nella sua carriera pregressa, con riferimento alle diverse attività formative di cui all'art. 10 del D.M. 3/11/99 n° 509 e a singoli settori scientifico disciplinari e/o a gruppi di settori scientifico disciplinari, come indicato nella sottostante Tab. 1

Tabella 1. Crediti minimi per l'ammissione

Settori Scientifico Disciplinari	numero minimo di crediti
MAT 01, MAT02, MAT/03, MAT 04, MAT/05, MAT06, MAT/07, MAT/08	36
FIS/01	12
CHIM/01, ING-IND/22	6
ING-INF/05, MAT09	6
GEO/05	6
ICAR/01, ICAR/02	18
ICAR/04	6
ICAR/06	6
ICAR/07	6
ICAR/08, ICAR/09	24
ICAR/02, ICAR/04, ICAR09 in aggiunta ai crediti sopra richiesti	6
ING-IND/11, ING-IND/13, ING-IND/31	6
S.S.D rientranti fra le attività affini o integrative di cui all'allegato 28 del D.M. 28/11/00 (inclusi i 6 crediti di ING-IND/11, ING-IND/13, ING-IND/31)	30

Tabella 2. Denominazione dei settori scientifico-disciplinari indicati in tabella 1

Sigla SSD	Denominazione
MAT/01	Logica matematica
MAT/02	Algebra
MAT/03	Geometria
MAT/04	Matematiche elementari
MAT/05	Analisi Matematica
MAT/06	Probabilità e statistica matematica
MAT/07	Fisica Matematica
MAT/08	Analisi Numerica
MAT/09	Ricerca operativa
FIS/01	Fisica Sperimentale
CHIM/01	Chimica Analitica
GEO/05	Geologia Applicata
ICAR/01	Idraulica
ICAR/02	Costruzioni Idrauliche e Marittime e Idrologia
ICAR/04	Strade, ferrovie e aeroporti
ICAR/06	Topografia e Cartografia
ICAR/07	Geotecnica
ICAR/08	Scienza delle Costruzioni
ICAR/09	Tecnica delle Costruzioni
ING-IND/11	Fisica Tecnica Ambientale
ING-IND/13	Meccanica applicata alle macchine
ING-IND/22	Scienza e tecnologia dei materiali
ING-IND/31	Elettrotecnica

Il corso di laurea in Ingegneria Civile attivato presso l'Università di Pavia comprende almeno un curriculum i cui crediti formativi sono integralmente riconosciuti ai fini dell'ammissione al corso di laurea specialistica in *Ingegneria Civile* e pertanto soddisfano i requisiti curriculari necessari per l'ammissione.

3. L'ammissione al corso di laurea specialistica, oltre che al possesso dei requisiti di cui ai commi precedenti, è subordinata alla verifica dell'adeguatezza della personale preparazione. Le modalità della verifica sono fissati annualmente dal Consiglio di Facoltà su proposta del Consiglio Didattico.

Art. 6. Riconoscimento di crediti formativi ed eventuali debiti formativi

1. Agli studenti in possesso di Laurea triennale in Ingegneria Civile (Classe 8: Ingegneria Civile e Ambientale), conseguita presso l'Università di Pavia e non derivante da mero riconoscimento amministrativo del Diploma Universitario, dopo la verifica di cui all'art. 5, comma 3, vengono integralmente riconosciuti i 180 CFU acquisiti nel corso di laurea di primo livello.

2. Gli studenti in possesso di qualunque altro titolo di Laurea, oltre ad ottemperare alle condizioni di cui all'art. 5, dovranno far valutare dal CD le attività formative superate e i corrispondenti CFU (nel caso di laurea secondo i precedenti ordinamenti didattici, gli esami superati dovranno essere tradotti in CFU). Gli studenti di cui sopra saranno di norma ammessi al *Corso di laurea specialistica in Ingegneria Civile* se il CD dichiarerà la congruità di tali attività per almeno 150 CFU, indicando contestualmente in quali settori scientifico-disciplinari dovranno essere colmati gli eventuali debiti formativi, che non dovranno superare il numero di 30. Il recupero dei debiti formativi dovrà avvenire entro il primo anno del Corso di laurea specialistica e condizionerà l'iscrizione al secondo anno.

3. Agli studenti in possesso di Laurea secondo i precedenti ordinamenti didattici, ai laureati secondo i nuovi ordinamenti che siano in possesso di un titolo di Master universitario di primo o di secondo livello in discipline affini, e in generale ai laureati che abbiano svolto attività formative e acquisito CFU ulteriori rispetto a quelli richiesti per la laurea di primo livello, il CD, al momento dell'iscrizione e in base alla carriera pregressa, può riconoscere più di 180 CFU. La tesi di laurea specialistica dovrà comunque essere elaborata nell'ambito delle attività formative specifiche del *Corso di laurea specialistica in Ingegneria Civile* dell'Università di Pavia.

4. Il CD può altresì riconoscere CFU acquisiti in corsi di formazione extra-universitari, organizzati dallo Stato, da Enti locali o da istituzioni scientifiche pubbliche o private, purché pertinenti ad ambiti disciplinari previsti dal piano didattico del Corso di laurea specialistica, e purché gestiti secondo modalità e criteri assimilabili a quelli universitari e nei quali sia prevista la frequenza obbligatoria. Il riconoscimento dei CFU è subordinato alla presentazione di un certificato, emesso dalla struttura interessata, nel quale vengano precisati la denominazione dei corsi con i voti conseguiti nelle prove d'esame, una breve descrizione dei loro contenuti e degli obiettivi formativi, il numero delle ore di lezione e l'obbligo della frequenza.

5. Possono formare oggetto di riconoscimento anche gli studi compiuti all'estero che non abbiano portato al conseguimento di un titolo accademico, purché adeguatamente documentati.

6. Ogni anno il CD propone alla Facoltà il numero degli studenti stranieri extra-comunitari non regolarmente soggiornanti in Italia da accogliere nel Corso di laurea specialistica.

Art. 7. Ordinamento didattico del Corso di studio e quadro generale delle attività formative

1. La durata del Corso di laurea specialistica è di due anni. Il CD, sulla base dei CFU riconosciuti con le modalità di cui ai precedenti articoli, deciderà l'eventuale abbreviazione del Corso di laurea specialistica.

2. Per conseguire la *Laurea specialistica in Ingegneria Civile*, lo studente dovrà aver maturato nel suo percorso complessivo di studi almeno 300 CFU, inclusi quelli acquisiti nel corso di studio di primo livello e riconosciuti ai fini dell'ammissione al corso di Laurea specialistica.

3. Le attività formative specifiche del Corso di laurea specialistica corrispondono di norma a un totale di 120 CFU, ferma restando la possibilità per lo studente di acquisire crediti in soprannumero. Il carico di lavoro fissato per ciascun anno accademico dovrà consentire allo studente l'acquisizione di 60 CFU. Eventuali eccezioni, in difetto o in eccesso, potranno riguardare gli studenti per i quali è possibile l'abbreviazione del corso di studio o gli studenti in debito formativo, così come previsto dall'art. 6.

4. L'attività didattica è organizzata secondo diverse modalità d'insegnamento: lezioni frontali, esercitazioni, attività pratiche o di laboratorio. La suddivisione delle ore d'insegnamento nelle tre modalità sopra indicate è stabilita dal docente sulla base dei CFU attribuiti all'insegnamento, prendendo come riferimento i seguenti valori guida per ogni CFU:

7,5 ore di lezione frontale

15 ore di esercitazione

22,5 ore di laboratorio

Le ore da aggiungere alle precedenti per completare il monte ore per CFU a carico dello studente, come stabilito dal Regolamento Didattico di Ateneo, sono intese per la rielaborazione personale e per l'acquisizione dei contenuti e dei metodi impartiti nelle lezioni, per lo studio e l'approfondimento dei testi e dei materiali consigliati dal docente, per la stesura di relazioni o di altri documenti relativi all'attività formativa svolta.

5. Nel piano di studio formulato annualmente dagli organi competenti, possono essere previsti percorsi formativi diversi (*curriculum*), per consentire allo studente di approfondire specificamente tematiche particolari di proprio interesse nel settore dell'Ingegneria civile.

6. Nel piano di studio formulato annualmente dal Consiglio di Facoltà su proposta del CD, i 120 CFU del Corso di Laurea specialistica saranno ripartiti nel rispetto dei limiti sotto indicati:

a) ATTIVITÀ FORMATIVE DI BASE: insegnamenti scelti negli ambiti e nei settori scientifico-disciplinari sotto indicati, **per un totale di CFU compreso tra 0 e 10** in modo che il valore adottato, sommato al valore minimo richiesto come requisito necessario per l'ammissione alla laurea specialistica, dia un valore maggiore o uguale a 50:

– Matematica, informatica e statistica (ING-INF/05, MAT/03, MAT/05, MAT/07, MAT/08)

– Fisica e chimica (FIS/01)

b) ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI: insegnamenti scelti negli ambiti e nei settori scientifico-disciplinari sotto indicati, **per un totale di CFU compreso tra 54 e 85** in modo che il valore adottato, sommato al valore minimo richiesto come requisito necessario per l'ammissione alla laurea specialistica, dia un valore maggiore o uguale a 70:

– Ingegneria civile (ICAR/01, ICAR/02, ICAR/06, ICAR/07, ICAR/08, ICAR/09, ICAR/04, ICAR/05)

c) ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI O INTEGRATIVE: insegnamenti scelti negli ambiti e nei settori scientifico-disciplinari sotto indicati, **per un totale di CFU compreso tra 0 e 30** in modo che il valore adottato, sommato al valore minimo richiesto come requisito necessario per l'ammissione alla laurea specialistica, dia un valore maggiore o uguale a 30:

– Discipline ingegneristiche (ICAR/22, ING-IND/11, ING-IND/13, ING-IND/22, ING-IND/31, ING-IND/35, ING-INF/04, ICAR/03)

– Cultura scientifica, umanistica, giuridica, economica, socio-politica (IUS/10, SECS-P/06)

d) ATTIVITÀ FORMATIVE A SCELTA DELLO STUDENTE **per un totale di CFU compreso tra 3 e 6**

e) ALTRE ATTIVITÀ (art. 10, comma 1, lettera f del D.M. 509/99):

gli allievi potranno scegliere, **per un totale di CFU compreso fra 9 e 15**, fra diverse attività utili ai fini dell'inserimento nel mondo del lavoro, specificate nel piano di studio formulato annualmente dagli organi competenti. Queste attività possono comprendere, in alternativa:

- lavori autonomi (di tipo progettuale, sperimentale o informatico) assegnati e seguiti da un docente;
- insegnamento tenuto in lingua inglese di una disciplina appartenente ad uno dei settori scientifico disciplinari inseriti fra le attività di base, caratterizzanti o affini,
- tirocinio da svolgersi presso Aziende/Enti pubblici o privati operanti nel settore,
- insegnamenti riguardanti argomenti quali l'etica, le tecniche redazionali e di comunicazione o altri aspetti legati al mondo del lavoro e della professione.

f) PROVA FINALE:

per la preparazione della tesi di laurea verrà assegnato un numero di **CFU compreso fra 10 e 30**

7. A norma dell'art. 30 del Regolamento didattico di Ateneo, il CD può attivare entro il Corso di laurea specialistica corsi intensivi o particolari percorsi di studio finalizzati al conseguimento di specifici obiettivi formativi, anche in un quadro di convenzioni e/o collaborazioni internazionali. L'università può rilasciare ai partecipanti a tali corsi un attestato di frequenza o, quando previsto dai protocolli di attivazione, un diploma.

Art. 8. Insegnamenti attivabili, tipologia e relativi obiettivi formativi

Gli insegnamenti attivabili, con l'indicazione dei settori scientifico-disciplinari di appartenenza, del tipo di attività formativa e dei relativi CFU, sono i seguenti

Insegnamento	Settore Scientifico-Disciplinare	Tipo di attività formativa (*)	CFU	Numero di moduli
Analisi del rischio sismico ed eolico	ICAR/08	C	6	1
Complementi di meccanica computazionale	ICAR/08	C	6	1
Dinamica delle costruzioni	ICAR/08	C	6	1
Fondazioni e opere di sostegno	ICAR/09	C	6	1
Geomatica e GIS	ICAR/06	C	6	1
Geotecnica L.S.	ICAR/07	C	6	1
Geotecnica sismica	ICAR/07	C	6	1
Gusci e serbatoi	ICAR/09	C	6	1
Idraulica fluviale	ICAR/01	C	6	1
Idrologia	ICAR/02	C	6	1
Idrologia LS	ICAR/02	C	6	1
Impianti di trattamento di acque e rifiuti	ICAR/03	A	6	1
Ingegneria Sanitaria-ambientale	ICAR/03	A	6	1
Laboratorio di Progettazione strutturale A	ICAR/09	L	6	1
Laboratorio di Progettazione strutturale B	ICAR/09	L	6	1
Macchine L.S.	ING-IND/08	A	6	1
Meccanica computazionale delle strutture	ICAR/08	C	6	1
Meccanica dei Fluidi	ICAR/01	C	6	1
Metodi numerici per l'analisi di materiali e strutture	ICAR/08	C	6	1
Misure idrauliche	ICAR/01	L	3	1
Misure termo-fluidodinamiche	ICAR/01	L	3	1
Progettazione degli elementi costruttivi	ICAR/10	C	6	1
Progettazione degli impianti di depurazione e potabilizzazione	ICAR/03	A	6	1
Progetto di infrastrutture viarie	ICAR/04	C	6	1
Progetto di strutture	ICAR/09	L	6	1

Progetto di strutture in zona sismica	ICAR/09	C	6	1
Progetto e riabilitazione delle strutture in muratura	ICAR/09	C	6	1
Protezione idraulica del territorio	ICAR/02	C	3	1
Reti Idrauliche	ICAR/01	C	3	1
Rilevamento geologico-tecnico	GEO/05	L	3	1
Rifiuti e bonifiche di siti contaminati	ICAR/03	A	6	1
Sicurezza e affidabilità delle costruzioni	ICAR/08	C	6	1
Simulazione numerica interazione suolo struttura	ICAR/08	C	6	1
Simulazioni numeriche di fenomeni idraulici	ICAR/01	L	3	1
Sistemazioni fluviali	ICAR/02	C	6	1
Sviluppo storico della scienza e della tecnica delle costruzioni	ICAR/09	C	3	1
Teoria delle strutture bidimensionali	ICAR/08	C	6	1
Teoria e progetto delle costruzioni in acciaio	ICAR/09	C	6	1
Teoria e progetto delle costruzioni in cemento armato	ICAR/09	C	6	1
Teoria e progetto dei ponti	ICAR/09	C	6	1
Transitori idraulici	ICAR/01	C	3	1
Trattamenti avanzati delle acque di approvvigionamento e rifiuto	ICAR/03	C	6	1

(*) A = affine o integrativa; B = di base; C = caratterizzante; L = attività di cui all'art. 10, comma 1, lettera f del D.M. 509/99

Gli obiettivi formativi dei predetti insegnamenti sono i seguenti.

Analisi del rischio sismico ed eolico (ICAR/08, C, 6CFU)

Caratterizzazione di vento e sisma ai fini della modellazione della loro interazione con la struttura. Problemi di zonazione. Valutazione di rischio.

Complementi di meccanica computazionale (ICAR/08, C, 6CFU)

Il corso introduce lo studente a problemi avanzati di meccanica computazionale attraverso la formulazione e lo sviluppo di elementi finiti per lo studio di problemi strutturali innovativi, quali ad esempio travi a comportamento non-lineare, laminati compositi, materiali 3D fibro-rinforzati.

Dinamica delle costruzioni (ICAR/08, C, 6CFU)

Il corso consta di una prima parte in cui si estendono le equazioni della meccanica del continuo al caso dinamico, e di una seconda, in cui si affrontano i problemi strutturali a partire dai semplici sistemi ad un grado di libertà fino a quelli costituiti dalle strutture intelaiate.

Fondazioni e opere di sostegno (ICAR/09, C, 6CFU)

Lo studente al termine del corso dovrà essere in grado di applicare i principi della Geotecnica alla progettazione e al calcolo delle più comuni strutture di fondazione e di sostegno.

Geomatica e GIS (ICAR/06, C, 6CFU)

Il corso si propone come obiettivo di rendere gli studenti in grado di conoscere e gestire dati territoriali di natura differente mediante tecnologie informatiche.

Geotecnica L.S. (ICAR/07;C;6CFU)

Il corso si propone di fornire gli elementi necessari per: la misura della permeabilità di un terreno, il calcolo del cedimento di una fondazione superficiale e il suo andamento nel tempo, il calcolo della capacità portante dei pali di fondazione; la valutazione della stabilità di un pendio naturale, lo studio di moti di filtrazione di interesse ingegneristico. In particolare, con l'uso di codici di calcolo, lo studente affronta la simulazione numerica di alcuni problemi in tutte le sue fasi: dalla

schematizzazione, alla discretizzazione, ai dettagli operativi del codice e infine alla discussione critica dei risultati forniti dal software.

Geotecnica sismica (ICAR/07;C;6CFU)

Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà avere acquisito i concetti fondamentali relativi alla valutazione degli effetti prodotti dai terremoti sul territorio (ad un sito specifico o in una regione estesa), sia quelli diretti come lo scuotimento, sia quelli indotti come l'instabilità cosismica dei versanti naturali o la liquefazione di terreni granulari saturi. Egli dovrà essere in grado di definire il terremoto di progetto per il calcolo dinamico di una struttura attraverso un'analisi di pericolosità sismica che tenga conto dell'influenza delle caratteristiche geologiche e geotecniche locali.

Gusci e serbatoi (ICAR/09;C;6CFU)

Conoscenza dei principi fondamentali della meccanica delle strutture bidimensionali a semplice e doppia curvatura. Capacità di eseguire il calcolo dei parametri di comportamento strutturale (sollecitazioni e spostamenti) per effetto di carichi prevalentemente statici. Conoscenza dei criteri di progettazione strutturale ispirati ai più recenti documenti normativi.

Idraulica fluviale (ICAR/01;C;6CFU)

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base sul moto dell'acqua nei corsi naturali, sulla propagazione delle onde di piena, sugli allagamenti, sul trasporto solido, sull'interazione fra correnti e infrastrutture. Gli allievi dovranno acquisire la capacità di interpretare dati misurati sul campo e di predisporre modelli di calcolo a varie scale.

Idrologia (ICAR/02;C;6CFU)

Mutuato da laurea triennale

Idrologia LS (ICAR/02;C;6CFU)

L'insegnamento si propone di completare le nozioni di idrologia fornite nel corso di laurea triennale con quelle necessarie per affrontare e risolvere i problemi idrologici che costituiscono il campo di attività dell'idrologo specialista.

Impianti di trattamento di acque e rifiuti (ICAR/03;AI;6CFU)

Mutuato da laurea triennale

Ingegneria Sanitaria-ambientale (ICAR/03;AI;6CFU)

Mutuato da laurea triennale

Laboratorio di Progettazione strutturale A (ICAR/09;AF;6CFU)

Lo studente apprenderà le fasi e i metodi del progetto strutturale completo di un edificio. Gli studenti, divisi in gruppi, sviluppano sotto la guida dei docenti un progetto strutturale completo di un edificio di civile abitazione o industriale, partendo da un progetto architettonico di massima, utilizzando i materiali e le tecniche costruttive più idonee, nel rispetto delle normative nazionali o europee per la progettazione strutturale.

Laboratorio di Progettazione strutturale B (ICAR/09;AF;6CFU)

Lo studente apprenderà le fasi e i metodi del progetto strutturale completo di una struttura da ponte o di una struttura di grande luce. Gli studenti, divisi in gruppi, sviluppano sotto la guida dei docenti un progetto strutturale completo di un ponte o di una struttura di grande luce, utilizzando i materiali e le tecniche costruttive più idonee, nel rispetto delle normative nazionali o europee per la progettazione strutturale.

Macchine L.S. (ING-IND/08;AI;6CFU)

Scopo del corso è quello di fornire conoscenze fondamentali sui principali sistemi di produzione dell'energia e sui singoli componenti d'impianto, sia per quanto riguarda i campi d'impiego e i criteri di scelta, sia per quanto riguarda i criteri di progetto, le tecniche di regolazione e l'influenza del singolo componente sulle prestazioni dell'impianto.

Meccanica computazionale delle strutture (ICAR/09;C;6CFU)

Il corso prevede che vengano illustrati e fatti funzionare una serie di programmi di calcolo, il cui ambito di validità coincide con l'insieme degli argomenti di Dinamica delle Strutture.

Meccanica dei Fluidi (ICAR/01;C;6CFU)

Fornire gli elementi concettuali indispensabili per lo studio e la simulazione numerica di campi di moto pluridimensionali tipici delle applicazioni tecniche. Introdurre lo studio della propagazione ondosa nelle correnti a superficie libera. In questa ottica si inquadrano le conoscenze fornite nei precedenti corsi di idraulica per le correnti liquide (moti unidimensionali) in contesto

Metodi numerici per l'analisi di materiali e strutture (ICAR/08;C;6 CFU)

Si introduce lo studente a problemi di meccanica computazionale attraverso la formulazione e lo sviluppo di elementi finiti per lo studio di problemi strutturali standard e/o avanzati. In particolare, il corso prevede lo sviluppo e l'utilizzo di semplici codici Matlab e del codice Feap.

Misure idrauliche (ICAR/01;AF;3CFU)

Illustrare le metodologie impiegate e realizzare in laboratorio e in campagna le misure delle grandezze idrauliche significative dal punto di vista tecnico (livelli, velocità, portata, ecc...). Introdurre, in particolare, le tecniche di misura in campagna con impiego di ultrasuoni.

Misure termo-fluidodinamiche (ICAR/01;AF;3CFU)

Illustrare le metodologie impiegate e realizzare in laboratorio le misure delle grandezze fisiche puntuali significative dal punto di vista tecnico nei problemi di moto fluido isoterme e non-isoterme (viscosità, densità, pressioni statiche e dinamiche, velocità, temperature, ecc...). Introdurre, in particolare, le tecniche di quantificazione per le quantità turbolente e le relative problematiche di misura a mezzo di anemometro laser. Introdurre i principi tecnici per realizzare visualizzazioni dei campi termici e cinematici.

Progettazione degli elementi costruttivi (ICAR/10;C;6CFU)

Il corso si prefigge di portare alla conoscenza delle fasi progettuali e realizzative degli elementi costruttivi e tecnologici che caratterizzano l'oggetto edilizio

Progettazione degli impianti di depurazione e di potabilizzazione (ICAR/03;AI;6CFU)

Al termine dell'insegnamento lo studente avrà appreso le tecniche per il dimensionamento e la progettazione di impianti di trattamento delle acque (di approvvigionamento e di scarico), potendo in particolare valutare criticamente approcci differenti.

Progetto di infrastrutture viarie (ICAR/04;C;6CFU)

Mutuato da Laurea triennale

Progetto di strutture (ICAR/09;AF;6CFU)

Mutuato da Laurea triennale

Progetto di strutture in zona sismica (ICAR/09;C;6CFU)

Il corso si propone di avviare gli allievi alla progettazione, alla valutazione della vulnerabilità ed allo studio di interventi di adeguamento di strutture soggette ad azioni di tipo sismico. Il corso è orientato sia ad aspetti concettuali sia applicativi, affrontando un ampio spettro di argomenti a diverso livello di approfondimento.

Progetto e riabilitazione delle strutture in muratura (ICAR/09;C;6CFU)

Conoscenza dei principi fondamentali della meccanica delle strutture in muratura. Capacità di eseguire il progetto strutturale di edifici ordinari in muratura semplice o armata, inclusa la progettazione in zona sismica. Conoscenza delle principali cause e fenomenologie di dissesto nelle costruzioni esistenti in muratura, e dei principali criteri e tecniche di intervento per la riabilitazione strutturale.

Protezione idraulica del territorio (ICAR/02;C;3CFU)

Fornire conoscenze teoriche e proporre le soluzioni ingegneristiche per la difesa del suolo connessa all'effetto del ciclo idrologico sul territorio (erosione distribuita, movimenti di massa, piene fluviali).

Reti Idrauliche (ICAR/01;C;3CFU)

Al termine dell'insegnamento lo studente deve avere acquisito i concetti fondamentali relativi al moto permanente nei sistemi idraulici in pressione e alla sua modellazione matematica. Deve inoltre essere in grado di operare le verifiche idrauliche di reti nelle diverse configurazioni topologiche e di alimentazione.

Rifiuti e bonifiche di siti contaminati (ICAR/03;AI;6CFU)

Il corso mira a fornire gli elementi per affrontare problematiche progettuali e gestionali inerenti i principali sistemi di trattamento e smaltimento dei rifiuti (raccolta tradizionale e differenziata, sistemi di selezione meccanica e produzione di compost e CDR, discarica controllata, termovalorizzazione) e gli interventi di bonifica dei siti contaminati.

Rilevamento geologico-tecnico (GEO/05; AF; 3CFU)

Il corso si propone di fornire agli studenti le nozioni di base per il riscontro, la descrizione e la corretta cartografazione di dati geologico-tecnici, da utilizzare a scopi applicativi.

Sicurezza e affidabilità delle costruzioni (ICAR/08;C;6CFU)

Modellazione probabilistica della sicurezza strutturale. Valutazione della probabilità di raggiungimento di uno stato limite. Sicurezza nei confronti di una molteplicità di stati limite.

Simulazione numerica interazione suolo struttura (ICAR/08;C;6CFU)

Modellazione numerica dell'interazione della struttura con un continuo. Analisi bidimensionale e tridimensionale. Problemi nonlineari.

Simulazioni numeriche di fenomeni idraulici (ICAR/01; AF; 3CFU)

Illustrare le metodologie impiegate per valutare i profili di corrente in alvei artificiali e naturali, in condizioni di moto permanente e di moto vario. Realizzare la simulazione dei transitori idraulici prodotti da manovre di organi di controllo delle correnti.

Sistemazioni fluviali (ICAR/02;C;6CFU)

Fornire gli elementi di base nel campo degli interventi necessari per il controllo e la regolazione dei processi, per la corretta gestione corsi d'acqua a regime fluviale e per la realizzazione di interventi nel campo della protezione spondale, della stabilizzazione dell'alveo, della riduzione dei rischi di piena.

Sviluppo storico della scienza e della tecnica delle costruzioni (ICAR/09;C;3CFU)

Lo studente dovrà apprendere il profilo storico dell'evoluzione dei procedimenti di Analisi Strutturale nel quadro più generale dello sviluppo della Meccanica, in base al quale dovrà essere in grado di evidenziare il significato più profondo dei procedimenti di verifica strutturale attualmente utilizzati.

Teoria delle strutture bidimensionali (ICAR/08;C;3CFU)

Il corso si propone di fornire all'allievo una approfondita conoscenza della Meccanica del Continuo e della Meccanica delle Strutture, con riferimento ai problemi bidimensionali. La sicura padronanza dell'argomento, ovviamente prodromica ai corsi applicativi, è certo fra gli elementi caratterizzanti la formazione di un Ingegnere Civile con Laurea Specialistica.

Teoria e progetto delle costruzioni in acciaio (ICAR/09;C;6CFU)

La progettualità svolge una parte rilevante nella definizione del corso. Dapprima tuttavia viene ripresa e generalizzata al caso tridimensionale la teoria elementare della trave e successivamente impostata la trattazione della instabilità euleriana con riferimento alla contemporanea presenza di azione assiale, flessione e torsione. Si svolge di seguito l'analisi dei collegamenti e la definizione della tipologia costruttiva di un edificio industriale.

Teoria e progetto delle costruzioni in cemento armato (ICAR/09;C;6CFU)

Approfondimento di argomenti già precedentemente trattati nei corsi di tecnica delle costruzioni, con particolare riguardo all'applicazione del metodo semiprobabilistico agli stati limite. Acquisizione dei fondamenti teorici che stanno alla base delle prescrizioni regolamentari relative al progetto ed alla verifica di elementi in c.a. sia agli stati limite ultimi, sia in condizioni di esercizio. Progetto e verifica di sezioni ed elementi in c.a. soggetti ai diversi stati di sollecitazione in condizioni ultime e di esercizio. Conoscenza di modelli utili nel progetto di elementi particolari, come, ad esempio, mensole tozze e travi parete. Acquisizione dei concetti basilari relativi alle modalità di collocazione dell'armatura all'interno di elementi strutturali tipici.

Teoria e progetto dei ponti (ICAR/09;C;6CFU)

Il corso si propone di fornire gli strumenti essenziali per la progettazione e verifica delle strutture da ponte di media difficoltà.

Transitori idraulici ((ICAR/01;C;3CFU)

Al termine dell'insegnamento lo studente deve avere acquisito i concetti fondamentali relativi alla fenomenologia del moto vario nelle correnti in pressione e alla sua modellazione matematica. Deve inoltre essere in grado di operare le verifiche idrauliche in condizioni di moto vario per alcuni impianti tipici (impianti idroelettrici e impianti di pompaggio).

Trattamenti avanzati delle acque di approvvigionamento e di rifiuto (ICAR/03;C;6 CFU)

Al termine dell'insegnamento lo studente avrà avuto un inquadramento di alcune tecnologie avanzate (già in uso oppure in fase sperimentale) per il trattamento delle acque. Avrà inoltre acquisito gli elementi per poter condurre una valutazione critica dei processi di trattamento acque.

Art. 9. Propedeuticità

Nel piano di studio formulato annualmente dal Consiglio di Facoltà su proposta del CD, potranno essere stabilite propedeuticità tra gli insegnamenti di cui all'Art. 8. In questo caso, non è possibile sostenere l'esame sotto vincolo di propedeuticità finché non è stato superato l'esame ad esso

propedeutico. La collocazione degli insegnamenti negli anni del corso e nei rispettivi semestri sarà compatibile con le propedeuticità esistenti.

Art. 10. Organizzazione dell'attività didattica e manifesto degli studi

1. Ogni anno, in vista della scadenza fissata nel Regolamento d'Ateneo, il CD, sentiti i docenti interessati, organizza l'insieme delle attività didattiche per l'anno accademico successivo, nel rispetto di quanto disposto dai precedenti art. 7, 8 e 9, e predispone il Manifesto degli studi, contenente: (a) il piano degli studi ufficiale, con la definizione degli eventuali *curricula*; (b) l'elenco degli insegnamenti attivati, col relativo settore scientifico-disciplinare, le eventuali propedeuticità e la precisazione di quali insegnamenti siano obbligatori e quali a scelta dello studente, con le relative modalità di scelta; (c) la collocazione degli insegnamenti nei diversi periodi didattici. Il Manifesto degli studi deve essere approvato dal Consiglio di Facoltà.

2. Il CD può deliberare che alcuni insegnamenti siano mutuati da un altro Corso di studio della stessa o di altra Facoltà dell'Università di Pavia o di altra Università, nonché dai Collegi universitari pavese che abbiano attivato insegnamenti ufficiali riconosciuti dall'Università di Pavia a norma del Regolamento didattico d'Ateneo. In ogni caso, dovrà essere acquisito l'assenso dei docenti del o dei settori scientifico-disciplinari direttamente interessati e dovrà essere fissato il numero di CFU attribuito all'insegnamento, conformemente al suo carico didattico.

3. L'organizzazione del calendario delle lezioni, il numero degli appelli d'esame e i periodi della loro effettuazione sono deliberati dal Consiglio di Facoltà, in modo da garantire l'indispensabile uniformità tra i diversi Corsi di studio che fanno capo alla Facoltà.

Art. 11. Piani di studio

I piani di studio conformi alle regole e ai *curricula* illustrati nel Manifesto degli studi, sono approvati d'ufficio. Lo studente ha facoltà di presentare un piano degli studi individuale, che dovrà uniformarsi ai requisiti generali indicati nel precedente art. 7, comma 6, e che, in ogni caso, non potrà derogare dall'ordinamento didattico fissato dal Ministero per la Classe 28/S di laurea specialistica. I piani di studio individuali vengono esaminati da un'apposita Commissione, costituita annualmente, che, in caso di valutazione positiva, ne proporrà l'approvazione al CD. La medesima Commissione assisterà gli studenti nella compilazione dei piani di studio, in luoghi e orari che saranno resi noti.

Art. 12. Modalità di frequenza

Il progetto formativo presuppone che lo studente, di norma, partecipi a tutte le attività didattiche organizzate nell'ambito degli insegnamenti.

Gli obblighi di frequenza ai singoli insegnamenti e le relative modalità di verifica sono proposti dal docente, approvati dal CD e indicati sul manifesto degli studi. Come criterio generale, la frequenza obbligatoria è prevista per attività di laboratorio o sperimentali.

L'obbligo di frequenza è assolto con la presenza ad almeno il 70% delle attività didattiche previste dall'insegnamento.

Art. 13. Modalità di valutazione del profitto

1. In base alle caratteristiche dell'insegnamento, le prove di verifica potranno consistere in esami, scritti e/o orali, o in altre forme di valutazione, come: attività progettuali, attività di laboratorio o al calcolatore, tesine, ecc., predisposte in funzione dei contenuti e degli obiettivi formativi dell'insegnamento. Le prove orali sono pubbliche.

2. Indipendentemente dalle modalità di valutazione di cui al comma precedente, il voto dell'esame di profitto deve tenere conto dei risultati conseguiti nelle eventuali prove *in itinere*.

3. In ciascuna sessione lo studente può sostenere tutti gli esami relativi agli insegnamenti inseriti nel suo piano di studio, con il solo vincolo delle eventuali propedeuticità.

Art. 14. Periodi di studio effettuati presso Università estere

1. Gli studenti del Corso di laurea specialistica possono svolgere parte dei propri studi presso Università estere con le quali siano stipulati accordi in regime di reciprocità.

2. Lo studente ammesso a trascorrere un periodo di studio all'estero presenterà al Consiglio didattico, per l'approvazione, un piano di studi nel quale indicherà le discipline da frequentare presso l'Università ospitante e la loro corrispondenza con quelle elencate nel presente Regolamento didattico. Il piano di studi dovrà essere avallato da almeno un docente del *Corso di laurea specialistica in Ingegneria Civile*. Al termine del periodo di studi, sulla base della certificazione esibita, il CD delibererà il riconoscimento degli esami sostenuti all'estero, attribuendo i relativi CFU.

Art. 15. Prova finale per il conseguimento del titolo di studio

1. La laurea specialistica in *Ingegneria Civile* è conferita a seguito della prova finale, che verifica il raggiungimento degli obiettivi formativi qualificanti il Corso di laurea specialistica.

2. La prova finale consiste nella discussione in seduta pubblica, di fronte ad apposita Commissione di Laurea Specialistica, di una tesi elaborata in modo originale sotto la guida di un docente con funzione di relatore. La dissertazione deve sviluppare tematiche specificamente attinenti agli obiettivi formativi del Corso di studio e rappresentare uno stadio avanzato e originale di ricerca o un progetto significativo per complessità, in uno dei settori dell'Ingegneria civile.

Art. 16. Certificazioni

Ai sensi dell'art. 11, comma 8, del Regolamento Generale sull'autonomia, la Segreteria studenti rilascia, come supplemento dell'attestazione del titolo di laurea specialistica conseguito, un certificato che riporta, secondo modelli conformi a quelli adottati dai paesi europei, le principali indicazioni relative al curriculum specifico seguito dallo studente per conseguire la laurea specialistica.

Art. 17. Tutorato

1. Il servizio di tutorato è organizzato e gestito con le modalità fissate nel Regolamento di Facoltà e nel Regolamento didattico d'Ateneo.

2. L'attività di consulenza agli studenti per quanto riguarda i piani degli studi, i trasferimenti e il riconoscimento dei crediti è svolta dai docenti e dai ricercatori a ciò deputati dal CD.

Art. 18. Individuazione, per ogni attività, delle strutture e persone responsabili

1. Per ogni attività necessaria al regolare funzionamento del Corso di studio in conformità al presente regolamento, ai regolamenti di cui al precedente art. 2, oltre che alla specifica legislazione di riferimento, devono essere individuate le persone che singolarmente o riunite in apposite strutture ne assumono la responsabilità. A tal fine, il CD istituisce le strutture previste dal Regolamento di Facoltà.

3. Le persone che, singolarmente o nell'ambito delle strutture di cui al comma precedente, si assumono la responsabilità delle specifiche attività sono nominate dal CD.

Art. 19. Revisione periodica del Regolamento

È prevista, almeno ogni cinque anni, la revisione del presente Regolamento, in particolare per quanto riguarda il numero dei CFU assegnati ad ogni insegnamento o ad altre attività formative.