Guide ai programmi
dei corsi 1995/96

POLITECNICO DI TORINO

Ingegneria civile
Ingegneria edile

Le *Guide* sono predisposte sulla base dei testi forniti dai Consigli di settore e di corso di laurea.

I Facoltà di ingegneria
Preside: prof. Pietro Appendino

Corso di laurea	*Presidente (coordinatore)*
Ingegneria aeronautica	Prof. Gianfranco Chiocchia
Ingegneria per l'ambiente e il territorio	Prof. Antonio Di Molfetta
Ingegneria chimica	Prof. Vito Specchia
Settore civile/edile:	Prof. Giovanni Barla
Ingegneria civile	Prof. Giovanni Barla
Ingegneria edile	Prof. Secondino Coppo
Ingegneria elettrica	Prof. Roberto Napoli
Ingegneria gestionale	Prof. Agostino Villa
Settore dell'informazione:	Prof. Paolo Prinetto
Ingegneria delle telecomunicazioni	Prof. Mario Pent
Ingegneria elettronica	Prof. Carlo Naldi
Ingegneria informatica	Prof. Paolo Prinetto
Ingegneria dei materiali	Prof. Carlo Gianoglio
Ingegneria meccanica	Prof. Rosolino Ippolito
Ingegneria nucleare	Prof. Evasio Lavagno

II Facoltà di ingegneria (sede di Vercelli)
Preside: prof. Antonio Gugliotta

Corso di laurea	*Coordinatore*
Ingegneria civile	Prof. Riccardo Nelva
Ingegneria elettronica	Prof. Luigi Ciminiera
Ingegneria meccanica	Prof. Maurizio Orlando

L'edizione 1995/96 delle *Guide ai programmi*. Per esplicita richiesta del *Comitato paritetico per la didattica*, questa edizione si basa su una pressoché completa riscrittura dei testi da parte dei docenti, nell'intento di dare maggiori dettagli sui contenuti e lo svolgimento dei singoli insegnamenti. L'insieme delle *Guide* assomma ora ad oltre 2000 pagine, costituendo una ricca fonte d'informazione sull'offerta didattica; nonostante la massima cura posta nell'edizione, inevitabili sono sviste ed errori residui, ed il CIDEM è fin d'ora grato a docenti e studenti che vorranno segnalarli.

Edito a cura del CIDEM
Centro Interdipartimentale di Documentazione e Museo del Politecnico di Torino

Corso Duca degli Abruzzi 24 – 10129 Torino
Tel. 011.564'6601 – Fax 011.564'6609 – e-mail cid@polito.it

Stampato nel mese di gennaio 1996
Litografia Geda – Via Villa Glori 6 – Torino

Indice

5 Ingegneria civile
17 Ingegneria edile
Programmi degli insegnamenti
23 comuni ai diversi indirizzi e orientamenti
79 d'indirizzo e d'orientamento
189 Tavola alfabetica dei docenti
197 Tavola alfabetica degli insegnamenti

Le *Guide ai programmi* dei corsi di laurea in ingegneria. Scopo fondamentale dei presenti opuscoli è quello di orientare gli studenti nella scelta dei piani di studio. In un momento particolarmente arduo di riforma e di scelte di sviluppo dell'assetto universitario, gli studenti devono poter decidere con il massimo della chiarezza, per potersi adeguare alle innovazioni, ed eventualmente anno per anno farsi ragione e modificare le scelte a seguito delle più specifiche verifiche attitudinali.

Nel 1995/96 sono attivati a Torino tredici *corsi di laurea* (elenco alla pagina a fronte). Per permettere l'approfondimento di competenze metodologiche e di tecniche progettuali realizzative e di gestione in particolari campi, i corsi di laurea possono essere articolati in indirizzi ed orientamenti. Dell'*indirizzo* eventualmente seguito viene fatta menzione nel certificato di laurea, mentre gli *orientamenti* corrispondono a differenziazioni culturali, di cui invece non si fa menzione nel certificato di laurea; gli orientamenti vengono definiti annualmente dai competenti *Consigli dei corsi di laurea*, e ne viene data informazione ufficiale mediante il *Manifesto degli studi*. Nelle pagine di queste *Guide*, di ciascun corso di laurea viene data una breve descrizione, e viene illustrato il programma di attuazione degli orientamenti previsti per ogni indirizzo.

Gli insegnamenti. Il nuovo ordinamento didattico[1] prevede diversi tipi di insegnamenti, distinti in monodisciplinari, monodisciplinari a durata ridotta (nel seguito indicati come corsi ridotti), e integrati. Un *insegnamento monodisciplinare* è costituito da 80–120 ore di attività didattiche (lezioni, esercitazioni, laboratori, seminari ecc.) e corrisponde ad una unità didattica o annualità. Un *corso ridotto* è costituito da 40–60 ore di attività didattiche e corrisponde a mezza annualità. Un corso integrato è costituito da 80–120 ore di attività didattiche e corrisponde ad una annualità; esso è svolto – in moduli coordinati di almeno 20 ore ciascuno – da due o, al massimo, tre professori che fanno tutti parte della commissione d'esame.

Ogni corso di laurea corrisponde a 29 annualità complessive, ripartite, in ognuno dei cinque anni di corso, su due *periodi didattici* (detti anche impropriamente semestri); ogni periodo didattico è di durata pari ad almeno 13 settimane effettive di attività. Un'altra novità introdotta dal DPR 20 maggio 1989[2] è costituita dal fatto che non sono prescritti specifici insegnamenti (almeno a livello nazionale) per il conseguimento della laurea in un determinato corso di laurea in Ingegneria, ma sono prescritti i numeri minimi di unità didattiche da scegliere in determinati raggruppamenti disciplinari consi-

---

[1] Decreto rettorale 1096 del 1989-10-31, pubblicato sulla *Gazzetta ufficiale* n. 45 del 1990-02-23.
[2] Pubblicato sulla *Gazzetta ufficiale* n. 186 del 1989-08-10.

stenti in *gruppi*[3] di discipline affini. Lo stesso nuovo Statuto stabilisce l'articolazione dei vari corsi di laurea in termini di *gruppi* e di *unità didattiche*, cosicché ogni Consiglio di corso di laurea può più facilmente adeguare annualmente il piano degli studi alle nuove esigenze richieste dal rapido evolversi delle conoscenze e degli sviluppi tecnologici. Perciò ogni anno i vari Consigli dei corsi di laurea stabiliscono gli insegnamenti ufficiali, obbligatori e non obbligatori, che costituiscono le singole annualità, e le norme per l'inserimento degli insegnamenti non obbligatori, eventualmente organizzati in orientamenti.

Tutte queste informazioni e norme vengono pubblicate ogni anno nel *Manifesto degli Studi* (v. *Guida dello studente*, pubblicata a cura del Servizio studenti).

Finalità e organizzazione didattica dei vari corsi di laurea. Le pagine di queste *Guide* illustrano per ognuno dei corsi di laurea attivati – ed eventualmente per ognuno dei rispettivi indirizzi attivati – le professionalità acquisibili dai laureati, nonché il concetto ispiratore dell'organizzazione didattica, fornendo tracce schematiche di articolazione delle discipline obbligatorie ed esemplificazioni relative ai corsi facoltativi, organicamente inquadrabili nei vari *curricula* accademici.

Ogni corso di laurea (tranne rarissime eccezioni) ha previsto in prima attuazione l'organizzazione di tutti i corsi in periodi didattici. Per quanto concerne l'organizzazione didattica e l'attribuzione dei docenti agli insegnamenti, si segnala ancora che:
– alcuni corsi di laurea introducono già al terzo anno una scelta di corsi di indirizzo o di orientamento, che richiedono la formulazione di un'opzione fra le scelte segnalate: tali opzioni vanno esercitate all'atto dell'iscrizione;
– in relazione a talune difficoltà, che possono verificarsi all'atto dell'accorpamento di taluni CL per le discipline di carattere propedeutico (del primo e secondo anno), non è assicurata la corrispondenza dei docenti indicati con gli effettivi titolari di dette discipline. In alcuni casi, non essendo noto al momento della stampa delle *Guide*, il nome del docente è stato lasciato indeterminato ("Docente da nominare").

L'edizione 1995/96 delle *Guide ai programmi*. Per esplicita richiesta del *Comitato paritetico per la didattica*, questa edizione si basa su una pressoché completa riscrittura dei testi da parte dei docenti, nell'intento di dare maggiori dettagli sui contenuti e lo svolgimento dei singoli insegnamenti. L'insieme delle *Guide* assomma ora ad oltre 2000 pagine, costituendo una ricca fonte d'informazione sull'offerta didattica; nonostante la massima cura posta nell'edizione, inevitabili sono sviste ed errori residui, ed il CIDEM è fin d'ora grato a docenti e studenti che vorranno segnalarli.

---

[3] Questi *gruppi* coincidono con quelli dei raggruppamenti concorsuali per i professori universitari.

Corso di laurea in

Ingegneria civile

Premessa

Il corso di laurea in *Ingegneria civile* prevede i seguenti *indirizzi*:
- Geotecnica
- Idraulica
- Strutture
- Trasporti

ognuno articolato in *orientamenti*, destinati a fornire specifiche competenze nel campo "progettuale" ed in quello "costruttivo", con riferimento a due figure professionali ben distinte:
- il progettista,
- l'operatore di cantiere.

Profilo professionale

Gli studi teorici ed applicativi svolti nei diversi settori dell'ingegneria civile, spesso associati alla sperimentazione sistematica, hanno comportato notevoli sviluppi, migliorando in modo molto significativo i tradizionali metodi di progettazione e costruzione. Conseguentemente, lo spettro di conoscenze richieste per poter dominare con competenza i diversi campi diventa molto ampio, soprattutto ove si voglia consentire un inserimento immediato dell'ingegnere nella progettazione esecutiva delle opere e nel mondo del lavoro.

Le imprese pubbliche e private richiedono capacità professionali differenziate, spesso rivolte ad un campo di attività più attento alla fase di gestione tecnico-operativa e costruttiva; d'altro canto, lamentano spesso una insufficiente preparazione di base giuridico-amministrativa. Nel contempo si accentua l'interesse per i nuovi settori di attività quali quelli connessi con la pianificazione e l'uso del territorio.

La formazione dell'ingegnere civile deve così comprendere una base a spettro ampio, con particolare attenzione verso le discipline fisico-matematiche, in modo da formare il fondamento per la futura crescita professionale nel settore di specifica competenza. D'altra parte, si pone l'esigenza di fornire una solida cultura, sufficientemente formativa per una figura professionale dotata di una certa capacità di adattarsi con duttilità all'emergere di nuovi campi o settori che vanno oltre una visione tradizionale.

L'ingegnere civile deve sapere acquisire, nel periodo di formazione, una competenza specifica particolarmente orientata all'attività di progettazione nei diversi settori. Inoltre, è quanto mai indispensabile che alle conoscenze che concorrono alla formazione di una figura professionale abile in ogni tipo di dimensionamento funzionale, si affianchino le competenze necessarie per la conduzione dei lavori, per la gestione e manutenzione delle opere realizzate, che talora assumono complessità rilevante e possono

avere riflessi significativi sulla sicurezza del territorio in cui le stesse si inseriscono e delle persone che su questo operano.

Mentre non è dilazionabile l'acquisizione degli strumenti moderni di analisi e di progetto, si pone l'esigenza di fornire all'ingegnere laureato in *Ingegneria civile* una formazione a livello tecnologico ed operativo aggiornata nei riguardi delle esperienze e competenze che si sviluppano con continuità nel mondo del lavoro. D'altra parte occorre concorrere all'acquisizione di tutti quegli elementi che consentono l'impostazione anche economico-finanziaria ed amministrativa dei problemi.

Con riferimento agli indirizzi sopra richiamati, emergono dunque diversi profili professionali dell'ingegnere civile che si configurano come segue.

Indirizzo ***Geotecnica***

Questo indirizzo è volto a formare un ingegnere civile particolarmente esperto nei diversi campi che caratterizzano l'ingegneria geotecnica, un settore di attività che riguarda in modo specifico lo studio, su basi fisico-matematiche, della risposta meccanica dei sistemi fisici costituiti prevalentemente da terreni, rocce o associazioni di terreni e rocce in condizione di sollecitazione statica e/o dinamica. Nelle applicazioni, la componente geotecnica è presente nella progettazione, costruzione e collaudo di strutture di qualsiasi tipo per gli aspetti che si riferiscono ai rapporti della struttura medesima con i terreni e le rocce.

Il corso di *Ingegneria civile*, indirizzo *Geotecnica* è quindi volto alla formazione di un "ingegnere civile geotecnico", in accordo a due diversi orientamenti possibili:

– *Progettuale,*
nel quale la preparazione acquisita deve permettere di operare in tutti i processi di progettazione, costruzione e controllo in tema di:

- fondazioni
- scavi
- opere di sostegno
- gallerie
- cavità sotterranee
- rilevati
- argini
- dighe
- pendii naturali
- fronti di scavo
- discariche
- ecc.

La preparazione è cosi indirizzata al dimensionamento ed alla verifica di singoli manufatti, nonché alla individuazione di procedimenti e tecnologie per determinati interventi sul suolo e nel sottosuolo. È inoltre fatto riferimento a un piano più generale ove si trattano i problemi di stabilità di vaste aree nella pianificazione dell'uso e per le verifiche di sicurezza del territorio.

– *Costruttivo,*
nel quale la preparazione acquisita deve soprattutto consentire di operare in imprese generali e specializzate ed enti pubblici, svolgere le funzioni di direttore tecnico dei lavori e di direttore di cantiere, nella realizzazione di opere ed interventi del tipo di quelli sopra elencati e dove siano particolarmente rilevanti gli aspetti che si riferiscono ai rapporti con i terreni e le rocce. La necessaria formazione di base è opportunamente estesa ai diversi campi di applicazione, con particolare riferimento all'utilizzo dei procedimenti e delle tecnologie di intervento e stabilizzazione sul suolo e nel sottosuolo, all'esecuzione di indagini e prove, ai controlli del comportamento delle opere con misure e strumentazione specifica.

Indirizzo ***Idraulica***

Questo indirizzo è volto a formare un ingegnere civile particolarmente esperto nell'ingegneria idraulica. In questo settore, all'aspetto più tradizionale, rappresentato dalla progettazione, costruzione e gestione delle opere civili idrauliche (traverse, dighe e sbarramenti), dai problemi e dalle tecniche adottate per il trasporto dell'acqua e la sua distribuzione per diversi usi, si affianca un settore di attualità che cambia con il momento storico di sviluppo agricolo, industriale ed economico del paese. Quest'ultimo riguarda attualmente il territorio ed in particolare le sistemazioni idraulico-forestali, l'idraulica fluviale, i sistemi di protezione dalle alluvioni e di controllo delle piene, i sistemi di raccolta e di utilizzazione multipla delle acque, ecc.

Il corso di *Ingegneria civile*, indirizzo *Idraulica* è quindi volto alla formazione di un "ingegnere civile idraulico", in accordo ai due diversi orientamenti individuati.

– *Progettuale,*
nel quale la preparazione acquisita deve riguardare le conoscenze necessarie per poter predisporre progetti esecutivi nell'ambito delle opere e dei progetti idraulici e degli interventi specifici sul territorio, con riferimento a:

- acquedotti
- fognature
- impianti irrigui
- impianti idroelettrici
- dighe
- traverse fluviali
- idrovie naturali ed artificiali
- opere di regimazione
- interventi di protezione idraulica
- impianti di potabilizzazione e depurazione
- opere marittime e costiere
- opere in mare aperto.

– *Costruttivo,*
nel quale le conoscenze da acquisire riguardano in modo specifico la realizzazione e la gestione di opere, impianti idraulici ed interventi specifici sul territorio. Avendo appreso gli elementi necessari per la progettazione esecutiva idraulica, il laureato ingegnere così formato deve essere in grado di seguire la realizzazione dei progetti dal lato tecnico, amministrativo e contabile, nonché di seguire l'esercizio dell'opera costruita.

Indirizzo ***Strutture***

Questo indirizzo è volto a formare un ingegnere civile particolarmente esperto nel campo dell'ingegneria strutturale. Questo settore riguarda in modo specifico la progettazione strutturale generale in ambito civile (edifici, opere strutturali rilevanti, ecc.), in condizioni di sollecitazione statica e dinamica, per opere nuove o ristrutturazioni. Ad una visione di questo indirizzo riferita prevalentemente all'utilizzo delle tecniche di progetto si affianca lo sviluppo e la ricerca di nuovi metodi di analisi e dimensionamento delle strutture, sia dal punto di vista teorico che da quello sperimentale.

Il corso di *Ingegneria civile*, indirizzo *Strutture* è quindi volto alla formazione di un "ingegnere civile strutturale" secondo due diversi orientamenti:

– *Progettuale,*
nel quale la preparazione acquisita dovrà permettere di svolgere con competenza le seguenti attività:

– progettazione generale in ambito civile
– direzione tecnica di progettazione e di produzione di componenti o sistemi strutturali nella prefabbricazione e industrializzazione edilizia

- elaborazione di metodi e strumenti informatici per l'analisi ed il calcolo delle strutture, ai fini del loro dimensionamento
- pianificazione territoriale nelle zone a rischio per quanto è di implicazione strutturale, con particolare riguardo alle azioni sismiche e del vento ed alla stabilità dei suoli.

– *Costruttivo,*
nel quale si mira a formare un tecnico atto a svolgere le seguenti principali attività:

- direzione e produzione dei lavori, direzione tecnica, controlli e collaudi su materiali, componenti e strutture
- direzione di imprese ed enti operanti nel campo delle costruzioni o della industrializzazione edilizia, o di servizi tecnici di programmazione, controllo, monitoraggio e manutenzione.

Indirizzo ***Trasporti***

Questo indirizzo è volto a formare un ingegnere civile particolarmente esperto nel settore progettistico e pianificatorio generale del territorio e delle infrastrutture di trasporto, nonché della sistemazione territoriale ed urbanistica. In un periodo in cui si pone con particolare rilevanza il problema dell'utilizzo del territorio, nel rispetto dell'ambiente circostante ed in una visione volta a valutare anticipatamente l'impatto che le stesse infrastrutture finiscono con esercitare sul territorio, le competenze da fornire per poter operare con competenza in questo settore si differenziano da quelle più tradizionali che caratterizzano l'attuale figura professionale. D'altra parte, non sono da trascurare tutte quelle iniziative che riguardano più da vicino la vivibilità dell'ambiente urbano, con particolare riguardo alla esigenza di facilitare la mobilità al suo interno.

Il corso di *Ingegneria civile*, indirizzo *Trasporti* è quindi volto alla formazione di un "ingegnere civile trasportista" secondo i due usuali orientamenti, cui si affianca nel caso specifico l'orientamento topografico, in accordo a quanto esposto nel seguito.

– *Progettuale,*
nel quale si mira a formare un laureato ingegnere atto a potersi inserire nei seguenti principali settori:

- progettistico e pianificatorio del territorio, con particolare riguardo alle infrastrutture di trasporto
- progettistico e pianificatorio di piani di trasporto generali e particolari per lo più connessi con la sistemazione territoriale ed urbanistica
- coordinamento tra l'area progettuale pianificatoria e l'area costruttiva e di esercizio.

– *Costruttivo,*
nel quale si ha come obiettivo la formazione di un ingegnere laureato atto a potersi inserire:

- nei quadri e nella direzione di imprese private ed aziende pubbliche
- nella conduzione di lavori privati o pubblici sia come direttore dei lavori che come direttore tecnico di cantiere
- nell'attività di esercizio di imprese private o aziende pubbliche
- nell'attività produttiva, amministrativa, di *marketing*, antinfortunistica, ecc. di imprese private e pubbliche.

– *Topografico,*
nel quale si mira a formare un ingegnere laureato atto a potersi inserire:

– nel settore progettistico e pianificatorio generale con necessità di realizzazione di supporti topografici speciali
– nel settore progettuale connesso ai fenomeni sul territorio rilevabili con tecniche convenzionali e non (telerilevamenti, ecc.).

Insegnamenti obbligatori

Il quadro didattico di insegnamenti obbligatori per il corso di laurea in Ingegneria civile vincola rigidamente 20 insegnamenti. Ulteriori vincoli vengono poi introdotti con i corsi caratterizzanti ciascun indirizzo. I venti insegnamenti obbligatori sono prospettati nel quadro seguente.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti comuni ai diversi indirizzi

1:1		*(1. anno, 1. periodo didattico)*
	D0231 :	Analisi matematica 1
	D0620 :	Chimica
	D1370 :	Disegno (annuale)
1:2	D2300 :	Geometria
	D1901 :	Fisica 1
	D1370 :	Disegno (annuale)
2:1	D0232 :	Analisi matematica 2
	D1902 :	Fisica 2
	D2170 :	Fondamenti di informatica
2:2	D3370 :	Meccanica razionale
	D3040 :	Istituzioni di economia
	D6022 :	Topografia
3:1	D4600 :	Scienza delle costruzioni
	D2490 :	Idraulica
	D5570 :	Tecnologia dei materiali e chimica applicata
3:2	D5460 :	Tecnica delle costruzioni
	D2060 :	Fisica tecnica
	D2280 :	Geologia applicata
4:1	D3215 :	Meccanica applicata alle macchine + Macchine (integrato)
	D1790 :	Elettrotecnica
4:2	D0330 :	Architettura tecnica

La scelta degli insegnamenti obbligatori, globalmente considerati, è volta a fornire una preparazione sia di base, sia specifica tecnico-professionale congruente con le caratte-

ristiche dei profili professionali precedentemente esposte, tenendo conto dell'esigenza di sviluppare un linguaggio comune al settore civile.

La formazione matematica è affidata agli attuali insegnamenti del biennio (*Analisi matematica* e *Geometria*). Alla formazione di base concorrono due corsi di *Fisica*, il corso di *Meccanica razionale*, il corso di *Chimica* e quello di *Elettrotecnica*.

Caratterizzano in modo particolare la formazione ingegneristica dei futuri "ingegneri civili" i corsi di *Scienza delle costruzioni*, di *Idraulica*, di *Tecnica delle costruzioni*, di *Architettura tecnica*, di *Topografia* e di *Geotecnica*. Completano la stessa formazione i corsi di *Tecnologie dei materiali e chimica applicata*, *Fisica tecnica*, nonché un corso integrato di *Meccanica applicata alle macchine + Macchine*. Una unità didattica di *Disegno* dovrà consentire di apprendere i mezzi di rappresentazione grafica, da quelli tradizionali a quelli che si valgono delle tecniche automatiche.

Le innovazioni più significative rispetto alla presente situazione riguardano, dal punto di vista degli insegnamenti obbligatori, l'inserimento delle annualità nei campi dell'informatica (*Fondamenti di informatica*) e dell'economia (*Istituzioni di economia*). L'esigenza di arricchire la preparazione di base con ulteriori approfondimenti nel campo delle discipline fisico-matematiche, particolarmente sentita in alcuni indirizzi, porta da una parte ad una revisione critica dei corsi di base che contribuiscono a tale formazione e dall'altra rimanda ai corsi di specializzazione professionale per i necessari approfondimenti.

Alla caratterizzazione specialistica di ogni *indirizzo* contribuiscono i seguenti insegnamenti qualificanti obbligatori:

Indirizzo *Geotecnica*
Idrologia tecnica
Tecnica urbanistica
Fondazioni
Meccanica delle rocce
Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso

Indirizzo *Idraulica*
Impianti speciali idraulici
Acquedotti e fognature
Idrologia tecnica
Analisi dei sistemi
Idraulica 2

Indirizzo *Strutture*
Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
Tecnica urbanistica
Scienza delle costruzioni 2
Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso
Fondazioni

Indirizzo *Trasporti*
Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
Impianti e cantieri viari
Tecnica ed economia dei trasporti
Scienza delle costruzioni 2 oppure
Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso

Corsi di orientamento

Nell'ambito di ciascun indirizzo sono previsti corsi ritenuti caratterizzanti per ciascun orientamento; essi sono volti a fornire specifiche competenze nel campo progettuale od in quello costruttivo. Si tratta di 4 annualità (indicate con Y_1, Y_2, Y_3, e Y_4), obbligate dall'orientamento prescelto o da scegliere tra quelle direttamente attinenti all'indirizzo ed all'orientamento, in accordo ai seguenti prospetti.

Indirizzo **Geotecnica**

4:1	D2550 :	Idrologia tecnica
4:2	D1090 :	Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso
	D2340 :	Geotecnica
5:1	D2180 :	Fondazioni
	D3340 :	Meccanica delle rocce
	Y.1	*Insegnamento di orientamento*
	Y.3	*Insegnamento di orientamento*
5:2	D5510 :	Tecnica urbanistica
	Y.2	*Insegnamento di orientamento*
	Y.3	*Insegnamento di orientamento*

Orientamento progettuale

5:2	D3342 :	Meccanica delle rocce 2

Orientamento costruttivo

5:1	D0820 :	Consolidamento dei terreni

Per ambedue gli orientamenti, due insegnamenti a scelta tra:

5:1	D0510 :	Calcolo numerico
	D1070 :	Costruzioni idrauliche
	D1080 :	Costruzioni in acciaio
	D1110 :	Costruzioni in zona sismica
	D2680 :	Impianti e cantieri viari
	D3170 :	Matematica applicata
	D3500 :	Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
	D4330 :	Progetto di strutture
	D5360 :	Strutture prefabbricate
5:2	D0930 :	Costruzione di gallerie
	D1000 :	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
	D2240 :	Geofisica applicata
	D2840 :	Indagini e controlli geotecnici
	D4602 :	Scienza delle costruzioni 2
	D5150 :	Stabilità dei pendii

Indirizzo **Idraulica**

4:1	D2550 :	Idrologia tecnica
4:2	*D0190 :*	*Analisi dei sistemi* *(1995/96: vicariato da:)*
	R0510 :	Calcolo numerico
	D0020 :	Acquedotti e fognature
5:1	D2492 :	Idraulica 2
	D2800 :	Impianti speciali idraulici
	Y.1	*Insegnamento di orientamento*
	Y.4	*Insegnamento di orientamento*
5:2	*Y.2*	*Insegnamento di orientamento*
	Y.3	*Insegnamento di orientamento*
	Y.4	*Insegnamento di orientamento*

Orientamento progettuale

5:1	D1070 :	Costruzioni idrauliche
5:2	D1120 :	Costruzioni marittime
	D2510 :	Idraulica fluviale

Un insegnamento a scelta tra:

5:1	D1110 :	Costruzioni in zona sismica
	D2180 :	Fondazioni
	D2680 :	Impianti e cantieri viari
	D3170 :	Matematica applicata
	D3340 :	Meccanica delle rocce
	D5360 :	Strutture prefabbricate
5:2	D0580 :	Cartografia numerica
	D1000 :	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
	D1090 :	Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso
	D2200 :	Fotogrammetria applicata
	D2280 :	Geologia applicata
	D2500 :	Idraulica ambientale
	D4602 :	Scienza delle costruzioni 2

Indirizzo **Strutture**

4:1	*Y.1*	*Insegnamento di orientamento*
4:2	D 1090 :	Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso
	D 4602 :	Scienza delle costruzioni 2
5:1	D 2180 :	Fondazioni
	Y.2	*Insegnamento di orientamento*
	Y.3	*Insegnamento di orientamento*
	Y.4	*Insegnamento di orientamento*
5:2	D 5510 :	Tecnica urbanistica
	D 1000 :	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
	Y.3	*Insegnamento di orientamento*
	Y.4	*Insegnamento di orientamento*

Orientamento progettuale

4:1	D 5462 :	Tecnica delle costruzioni 2
5:1	D 1110 :	Costruzioni in zona sismica
	D 0990 :	Costruzione di ponti *oppure*
	D 1080 :	Costruzioni in acciaio

Orientamento costruttivo

4:1	D 5360 :	Strutture prefabbricate
5:1	D 5520 :	Tecniche della produzione edilizia
	D 1360 :	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche *oppure*
5:2	D 5840 :	Teoria delle strutture

Per ambedue gli orientamenti, un insegnamento a scelta tra:

5:1	D 0510 :	Calcolo numerico
	D 0990 :	Costruzione di ponti
	D 1080 :	Costruzioni in acciaio
	D 1110 :	Costruzioni in zona sismica
	D 2680 :	Impianti e cantieri viari
	D 3170 :	Matematica applicata
	D 3340 :	Meccanica delle rocce
	D 3500 :	Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
	D 4330 :	Progetto di strutture
	D 5360 :	Strutture prefabbricate
5:2	D 1520 :	Economia ed estimo civile
	D 2280 :	Geologia applicata
	D 3342 :	Meccanica delle rocce 2

Indirizzo **Trasporti**

4:1	D5490 :	Tecnica ed economia dei trasporti
4:2	D1000 :	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
	D1090 :	Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso *oppure*
	D4602 :	Scienza delle costruzioni 2
5:1	D2680 :	Impianti e cantieri viari
	Y.1	*Insegnamento di orientamento*
	Y.2	*Insegnamento di orientamento*
	Y.4	*Insegnamento di orientamento*
5:2	D1002 :	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti 2
	Y.3	*Insegnamento di orientamento*
	Y.4	*Insegnamento di orientamento*

Orientamento progettuale

5:1	D4180 :	Progettazione di sistemi di trasporto

Tre insegnamenti a scelta tra:

5:1	D0990 :	Costruzione di ponti *oppure*
	D5462 :	Tecnica delle costruzioni 2
	D1110 :	Costruzioni in zona sismica
	D2180 :	Fondazioni
	D2550 :	Idrologia tecnica
	D3340 :	Meccanica delle rocce
	D4330 :	Progetto di strutture
	D5360 :	Strutture prefabbricate
5:2	D0020 :	Acquedotti e fognature
	D0320 :	Architettura e urbanistica tecniche
	D0930 :	Costruzione di gallerie
	D1120 :	Costruzioni marittime
	D1520 :	Economia ed estimo civile
	D3910 :	Pianificazione dei trasporti
	D5510 :	Tecnica urbanistica

Orientamento costruttivo

5:1 D 1870 : Esercizio dei sistemi di trasporto

Tre insegnamenti a scelta tra:

5:1 D 0990 : Costruzione di ponti *oppure*
D 5462 : Tecnica delle costruzioni 2
D 1360 : Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
D 2180 : Fondazioni
D 3340 : Meccanica delle rocce
D 5360 : Strutture prefabbricate

5:2 D 0320 : Architettura e urbanistica tecniche
D 0930 : Costruzione di gallerie
D 1520 : Economia ed estimo civile
D 3910 : Pianificazione dei trasporti
D 5880 : Teoria e tecnica della circolazione

Orientamento topografico

5:1 D 2190 : Fotogrammetria

Tre insegnamenti a scelta tra:

5:1 D 1360 : Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
D 1640 : Elementi di ecologia
D 2180 : Fondazioni
D 2550 : Idrologia tecnica
D 3340 : Meccanica delle rocce

5:2 D 0580 : Cartografia numerica
D 2200 : Fotogrammetria applicata
D 2500 : Idraulica ambientale
D 5510 : Tecnica urbanistica
D 5740 : Telerilevamento
D 5880 : Teoria e tecnica della circolazione

Corso di laurea in

Ingegneria edile

Profilo professionale

Obiettivo del corso di laurea è la formazione di una *figura professionale* operante in campo *edilizio, architettonico e urbanistico*, capace di elaborare e realizzare progetti che rispondano alle esigenze pratiche ed estetiche dell'uomo e della società e che siano consoni, nel contempo, ai valori culturali e ambientali degli edifici e dei contesti urbani e territoriali.

Rispetto ad altre figure professionali operanti nel campo, il laureato in *Ingegneria edile* si caratterizza in generale per una spiccata capacità di applicare, nelle proprie attività, il metodo scientifico, le cognizioni e i mezzi delle discipline fisiche e matematiche, delle tecnologie e dell'economia, integrati con la metodologia storico-critica ed estetica relativa all'architettura e all'urbanistica. In particolare, il laureato in Ingegneria edile deve essere capace di indagare ed interpretare i contesti, di configurare i problemi da risolvere e di organizzare, condurre e controllare il processo progettuale e realizzativo, entro determinate condizioni economiche e regolamentari.

Il corso di laurea in *Ingegneria edile* viene ad inserirsi sulla linea metodologica storicamente sviluppata dalle scuole politecniche di ingegneria, tradizionalmente articolate nel biennio scientifico propedeutico e nel triennio di applicazione delle scienze alle varie problematiche dell'ingegneria.

Va rilevato come la figura professionale delineata risponda, in particolare, ai requisiti della Direttiva delle Comunità Europee n. 384 del 10/06/1985, riguardante le figure professionali a livello universitario operanti in Europa nel "settore dell'architettura". I possibili sbocchi per il laureato in Ingegneria edile sono la libera professione, l'impiego negli uffici tecnici di enti privati e pubblici, il lavoro presso industrie produttrici di componenti o sistemi, nonché presso imprese di costruzione edile.

Insegnamenti obbligatori

Il corso presenta insegnamenti obbligatori e insegnamenti di orientamento.

L'acquisizione dei necessari strumenti matematici di base è ottenuta mediante due corsi di *Analisi matematica* ed uno di *Geometria*. Le basi generali per la comprensione dei fenomeni fisici e chimici sono fornite in due corsi di *Fisica* e uno di *Chimica*. Ad essi si aggiunge un corso di *Meccanica razionale* che, sviluppando concetti ed utilizzando strumenti precedentemente acquisiti, avvia alle discipline applicative caratterizzanti gli studi di ingegneria. Inoltre, il corso *Fondamenti di informatica* costituisce introduzione ai moderni sistemi di calcolo, di rappresentazione e di gestione.

La cultura scientifica applicata ai problemi di base dell'ingegneria viene fornita dai corsi di *Fisica tecnica, Scienza delle costruzioni, Idraulica*. Gli insegnamenti di *Disegno edile*, di *Storia dell'architettura e dell'urbanistica*, di *Storia dell'architettura* e di *Economia ed estimo civile* sono diretti a fornire le capacità configurative e critiche nonché le conoscenze economiche necessarie ad affrontare i problemi dell'ingegneria edile.

Le altre nove discipline obbligatorie sono dirette ad impartire le conoscenze tecnologiche e a formare le capacità fondamentali necessarie alla progettazione edilizia. Si tratta da una parte di discipline specialistiche come *Tecnica delle costruzioni* e *Geotecnica, Tecnologia dei materiali e chimica applicata, Elettrotecnica* (in alternativa[4] a *Meccanica applicata alle macchine* + *Macchine*); d'altra parte si tratta di discipline di progettazione edilizia integrata come *Elementi di architettura tecnica, Architettura tecnica, Progettazione integrale, Urbanistica, Architettura e composizione architettonica.*

Orientamenti

Sono previsti i seguenti orientamenti:

a) *Progettuale*, diretto a fornire un ampio spettro di competenze operative di base (anche se non specificamente approfondite) utili alla libera professione generica e all'impiego in amministrazioni pubbliche e private;
b) *Produzione e gestione*, diretto a fornire speciali competenze nella produzione industriale di sistemi o elementi costruttivi, nella conduzione di imprese edili, nell'organizzazione di cantieri, nella gestione di patrimoni edilizi;
c) *Controllo ambientale e impianti*, diretto ad approfondire le competenze nella risoluzione dei problemi fisico-tecnici (termici, igrotermici, acustici, illuminotecnici) insiti nella progettazione architettonica degli edifici e degli ambienti costruiti, nonché nella specifica progettazione degli impianti;
d) *Costruttivo*, diretto ad affinare le capacità di indagine e di diagnostica delle condizioni statiche degli edifici, nonché le capacità di progettare strutture portanti integrate nell'organismo edilizio;
e) *Topografico*, diretto a conseguire speciali competenze nel campo della topografia, della fotogrammetria aerea e terrestre e della cartografia.

I corsi obbligatori e opzionali per ciascun orientamento sono indicati nelle tavole che seguono.

---

[4] *Elettrotecnica* è obbligatoria (corso Y_1) per gli orientamenti *Progettuale* e *Topografico*; *Meccanica applicata ... lo* è per gli altri orientamenti.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti comuni ai diversi orientamenti

1:1		*(1. anno, 1. periodo didattico)*
	G0231 :	Analisi matematica 1
	G0620 :	Chimica
	G1410 :	Disegno edile (annuale)
1:2	G2300 :	Geometria
	G1901 :	Fisica 1
	G1410 :	Disegno edile (annuale)
2:1	G0232 :	Analisi matematica 2
	G1902 :	Fisica 2
	G2170 :	Fondamenti di informatica
2:2	G3370 :	Meccanica razionale
	G2060 :	Fisica tecnica
	G0330 :	Architettura tecnica
3:1	G4600 :	Scienza delle costruzioni
	G5570 :	Tecnologia dei materiali e chimica applicata
	G5210 :	Storia dell'architettura e dell'urbanistica
3:2	G5460 :	Tecnica delle costruzioni
	G1520 :	Economia ed estimo civile
	G0311 :	Architettura e composizione architettonica 1
4:1	G2490 :	Idraulica
	G5200 :	Storia dell'architettura
	Y.1	*Insegnamento di orientamento*
4:2	G6090 :	Urbanistica
	G2340 :	Geotecnica
	Y.2	*Insegnamento di orientamento*
5:1	G4210 :	Progettazione integrale
	Y.4	*Insegnamento di orientamento*
	Y.5	*Insegnamento di orientamento*
5:2	G4480 :	Recupero e conservazione degli edifici
	Y.3	*Insegnamento di orientamento*
	Y.6	*Insegnamento di orientamento*

Orientamento progettuale

4:1	G 1790 :	Elettrotecnica
4:2	G 1860 :	Ergotecnica edile
5:1	G 0313 :	Architettura e composizione architettonica 3
	G 3520 :	Metodologie di rilevamento per la conservazione del patrimonio edilizio
5:2	G 0312 :	Architettura e composizione architettonica 2
	G 0790 :	Composizione urbanistica *oppure*
	G 1360 :	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche

Orientamento **Produzione e gestione**

4:1	G 3215 :	Meccanica applicata alle macchine + Macchine (integrato)
4:2	G 5840 :	Teoria delle strutture
5:1	G 2400 :	Gestione del processo edilizio
5:2	G 1860 :	Ergotecnica edile

5:1	*Y.5*	*Un insegnamento a scelta tra:*
	G 1080 :	Costruzioni in acciaio
	G 1360 :	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
	G 1790 :	Elettrotecnica
	G 2680 :	Impianti e cantieri viari
	G 5360 :	Strutture prefabbricate
5:2	*Y.6*	*Un insegnamento a scelta tra:*
	G 0312 :	Architettura e composizione architettonica 2
	G 0560 :	Caratterizzazione tecnologica delle materie prime
	G 1090 :	Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso
	G 2201 :	Fotogrammetria applicata (architettonica)
	G 2810 :	Impianti tecnici
	G 3910 :	Pianificazione dei trasporti

Orientamento **Controllo ambientale e impianti**

4:1 G 3215 : Meccanica applicata alle macchine + Macchine (integrato)

4:2 G 5840 : Teoria delle strutture

5:1 G 2062 : Fisica tecnica 2
G 1790 : Elettrotecnica *oppure*
G 2400 : Gestione del processo edilizio

5:2 G 2810 : Impianti tecnici
Y.6 *Un insegnamento a scelta tra:*
G 0020 : Acquedotti e fognature
G 0030 : Acustica applicata
G 0312 : Architettura e composizione architettonica 2
G 1860 : Ergotecnica edile
G 2560 : Illuminotecnica
G 3910 : Pianificazione dei trasporti
G 5440 : Tecnica della sicurezza ambientale
G 5740 : Telerilevamento

Orientamento costruttivo

4:1 G 3215 : Meccanica applicata alle macchine + Macchine (integrato)

4:2 G 5840 : Teoria delle strutture

5:1 G 1080 : Costruzioni in acciaio *oppure*
G 5360 : Strutture prefabbricate

5:2 G 1090 : Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso

5:1 *Y.5* *Un insegnamento a scelta tra:*
G 0830 : Consolidamento delle costruzioni
G 0990 : Costruzione di ponti
G 1080 : Costruzioni in acciaio
G 1110 : Costruzioni in zona sismica
G 1790 : Elettrotecnica
G 2680 : Impianti e cantieri viari
G 4330 : Progetto di strutture
G 5360 : Strutture prefabbricate

5:2 *Y.6* *Un insegnamento a scelta tra:*
G 0312 : Architettura e composizione architettonica 2
G 1000 : Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
G 2280 : Geologia applicata
G 4602 : Scienza delle costruzioni 2
G 6022 : Topografia B

Orientamento topografico

4:1	G1790 :	Elettrotecnica
4:2	G5840 :	Teoria delle strutture
5:1	G2190 :	Fotogrammetria
	G3215 :	Meccanica applicata alle macchine + Macchine (integrato) *oppure*
	G3520 :	Metodologie di rilevamento per la conservazione del patrimonio edilizio
5:2	G6021 :	Topografia A
5:2	*Y.6*	*Un insegnamento a scelta tra:*
	G0312 :	Architettura e composizione architettonica 2
	G0580 :	Cartografia numerica
	G0790 :	Composizione urbanistica
	G1000 :	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
	G5530 :	Tecniche della rappresentazione

Nota

Nel piano di studi di *Ingegneria edile*, per tutti gli orientamenti, compaiono due insegnamenti sostituibili (G5210 e G5200), così come per l'orientamento *Progettuale* ne compaiono altri tre sostituibili (G0311, G0312, G1860). Al proposito vale quanto segue:

– entro il gruppo *H120*, al quale appartengono le discipline sostituibili *G5210 : Storia dell'architettura e dell'urbanistica* e *G5200 : Storia dell'architettura*, sono attivate (Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino) le seguenti altre discipline:
Storia dell'architettura contemporanea
Storia della città e del territorio
Storia della tecnologia
Storia dell'architettura antica

– entro il gruppo *H100*, al quale appartengono le discipline sostituibili *G0311 : Architettura e composizione architettonica 2* e *G0312 : Architettura e composizione architettonica 3*, sono attivate (Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino) le seguenti altre discipline:
Caratteri tipologici dell'architettura
Progettazione architettonica 1. annualità
Progettazione architettonica 2. annualità
Teoria dei modelli per la progettazione
Teoria e tecniche della progettazione architettonica

– entro il gruppo *H083*, al quale appartiene la disciplina sostituibile *G1860 : Ergotecnica edile*, è attivata (Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino) la seguente altra disciplina:
Gestione del processo edilizio

La presente Guida *non riporta i programmi relativi ai corsi attivati presso la Facoltà di Architettura.*

Programmi degli insegnamenti
(insegnamenti comuni ai diversi indirizzi e orientamenti)

I programmi sono riportati nello stesso ordine (anno e periodo didattico) in cui compaiono nel quadro generale. A questa sezione seguono i programmi dei corsi d'orientamento (p. 79). Al termine del volume (p. 189) le tavole alfabetiche generali, per nomi dei docenti e per titoli degli insegnamenti.
In questa Guida, *le descrizioni relative ai due corsi di laurea sono riportate in un'unica serie: le lettere iniziali delle sigle associate ai titoli differenziano i corsi di* Ingegneria civile (D), edile (G), *o comuni ai due corsi* (D/G).

D/G 0231 Analisi matematica 1

Anno:periodo 1:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+4 (ore settimanali)
Docente: Luciano Pandolfi

Il corso si propone di fornire agli studenti, insieme agli elementi di base del calcolo differenziale ed integrale, una metodologia di lavoro che li avvii da un lato ad utilizzare criticamente gli strumenti acquisiti, dall'altro a collegare (attraverso applicazioni ai problemi della fisica e dell'ingegneria) i contenuti della matematica alle successive discipline tecnologiche. Va sottolineato che il corso si propone di stimolare le capacità di ragionamento logico e di esposizione sistematica sia scritta che orale.

REQUISITI. Sono richieste le nozioni fondamentali di algebra, di geometria elementare, di trigonometria della scuola media superiore, ed il calcolo dei logaritmi.

PROGRAMMA

1. Introduzione alla teoria degli insiemi, proprietà degli insiemi numerici ed in particolare dell'insieme dei numeri reali, principio di induzione; relazioni, funzioni, proprietà qualitative di funzioni di variabile reale. [14 ore]
2. Definizioni e proprietà di limite e di continuità; infinitesimi. [22 ore]
3. Proprietà globali di funzioni continue (teoremi di Weierstrass e di Cantor). [6 ore]
4. Derivate e primitive; teoremi fondamentali del calcolo differenziale; formula di Taylor ed applicazioni. [16 ore]
5. Primitive ed equazioni differenziali ordinarie. [10 ore]
6. Misure delle aree e calcolo integrale, compresi integrali impropri. [12 ore]

BIBLIOGRAFIA
Testo di riferimento:
A. Bacciotti, F. Ricci, *Analisi matematica I*, Liguori.
Testi ausiliari:
P. Marcellini, C. Sbordone, *Esercitazioni di matematica*, Liguori (Vol. 1, parti I e II) come fonte di esercizi.
P. Boieri, G. Chiti, *Precorso di matematica*, Zanichelli, per chi ritenga di dover rivedere i prerequisiti.

ESAME
L'esame consiste in una parte pratica ed una parte teorica. La parte pratica consiste nella soluzione di alcuni esercizi ed è condizione necessaria per accedere alla parte teorica. La parte teorica consiste nella dimostrazione, discussione ed esemplificazione dei teoremi studiati nel corso. È richiesta la capacità di esporre dimostrazioni di teoremi anche per iscritto. Maggiori dettagli saranno forniti all'inizio del corso.

D/G0620 Chimica

Anno:periodo 1:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+4 (ore settimanali)
Docente: Nerino Penazzi

Il corso si propone di fornire le basi necessarie per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici in modo da mettere in grado l'allievo sia di affrontare a grandi linee gli argomenti di carattere chimico che si possano presentare nei corsi successivi e nella futura attività professionale, sia di gestire il relativo approfondimento.

REQUISITI. Viene dato per acquisito tutto il bagaglio di conoscenze di chimica, fisica, algebra trigonometria e analisi matematica che fa parte dei programmi ministeriali per la scuola media superiore.

PROGRAMMA
Si articola in tre parti:
- *Chimica generale* (circa 60 ore di lezione). È la parte fondamentale del corso dove sono trattati concetti teorici di base.
- *Chimica inorganica* (circa 20 ore di lezione). Dà una descrizione delle proprietà e dei metodi di preparazione dei composti chimici inorganici di una certa rilevanza industriale. Oltre ad aumentare il bagaglio di nozioni di carattere chimico, gli argomenti considerati dovrebbero "obbligare" l'allievo ad applicare ed esercitarsi nell'uso dei concetti sviluppati nella parte fondamentale.
- *Chimica organica* (10 ore di lezione circa). Vengono indicate dal punto di vista generale le caratteristiche peculiari dei composti organici in quanto tali, vengono date le regole base della nomenclatura corrispondente e sono descritte sommariamente le varie famiglie dei composti organici.

CHIMICA GENERALE

Definizioni fondamentali. [5 ore] Corpo, sistema, fase, miscuglio, composto, elemento. Unità di misura, grandezze sperimentali. Leggi della chimica. Peso atomico, mole. Formule chimiche, equazioni chimiche. La tavola periodica degli elementi.

Modelli atomici. [5 ore] Modelli di Thompson e Rutherford. Ipotesi di Planck: modello di Bohr. Teoria ondulatoria, principio di indeterminazione: modello quantomeccanico. Configurazione elettronica degli elementi.

Il legame chimico. [5 ore] Generalità. Legame ionico. Legame covalente omopolare. Legame covalente eteropolare. Legami intermolecolari.

Materia allo stato gassoso. [5 ore] Leggi dei gas. Equazione di stato dei gas. Miscele gassose. Dissociazione termica. Teoria cinetico-molecolare. Calori specifici dei gas.

Materia allo stato liquido. [5 ore]
Evaporazione, tensione di vapore. Temperatura di ebollizione, temperatura critica. Legge di Clausius–Clapeyron. Soluzioni di non elettroliti, legge di Raoult. Leggi della ebullioscopia e della crioscopia, pressione osmotica.

Materia allo stato solido. [4 ore] Proprietà dei cristalli. Natura dei raggi X, legge di Moseley. Esperienze di Von Laue e di Bragg. Tipi di solidi, difetti dei solidi.

Termochimica. [3 ore] Primo principio della termodinamica. Fattori che influenzano il calore di reazione. Legge di Hess.

Cinetica chimica. [3 ore] Modello degli urti efficaci. Fattori da cui dipende la velocità di una reazione. Catalizzatori.

Equilibrio chimico. [4 ore] Legge della azione di massa. Influenza della temperatura. Principio di Le Châtelier. Legge di Henry.

Termodinamica. [2 ore]
Energia libera, entropia. Fattori che influenzano la variazione di *G*.

Studio di sistemi chimici all'equilibrio. [4 ore] Diagrammi di stato. Regola delle fasi.

Soluzioni di elettroliti. [4 ore] Dissociazione ionica. Conduttanza nelle soluzioni di elettroliti. Elettroliti forti e deboli.

Equilibri in soluzione acquosa. [4 ore]
Applicazione della legge della azione di massa alle soluzioni. Prodotto ionico dell'acqua. *p*H e indicatori. Idrolisi e soluzioni tampone.

Elettrochimica. [5 ore]
Processi elettrochimici di ossido-riduzione. Legge di Faraday. Serie elettrochimica dei potenziali di elettrodo. Legge di Nernst. Celle voltaiche, celle galvaniche. Misura potenziometrica del *p*H. Tensione di decomposizione, sovratensione, caduta ohmica.

Chimica nucleare. [2 ore] Difetto di massa. Reazioni nucleari spontanee. Reazioni nucleari indotte. Fissione nucleare. Fusione nucleare.

CHIMICA INORGANICA
Idrogeno. I gruppo: generalità, sodio, rame. [4 ore]
II gruppo: generalità, zinco. III gruppo: generalità, alluminio. IV gruppo: generalità, carbonio, silicio. V gruppo: generalità, azoto. [6 ore]
VI gruppo: generalità, ossigeno, zolfo. VII gruppo: generalità, fluoro, cloro. [6 ore]
VIII gruppo: generalità, ferro. Gruppo 0: generalità. [4 ore]

CHIMICA ORGANICA
Generalità sulle caratteristiche dei composti organici. [2 ore]
Idrocarburi. [4 ore] Alifatici: alcani, alcheni, alchini, cicloalcani . Aromatici.
Altre famiglie di composti organici. [4 ore] Alogenoderivati, alcoli, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici, eteri, esteri, ammine, ammidi, nitrili, fenoli, nitroderivati.

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni sono dedicate all'ampliamento di alcuni argomenti oggetto di lezione, e allo sviluppo di calcoli relativi agli argomenti di chimica generale.

Nomenclatura chimica. [2 ore]
Peso atomico e molecolare, significato quantitativo delle formule chimiche, percentuali isotopiche. [2 ore]
Leggi dei gas, equazione di stato dei gas, miscele di gas, pressioni parziali, frazione molare, percentuali in peso e in volume, gas umidi. [4 ore]
Soluzioni di non elettroliti, metodi per esprimere la concentrazione, legge di Raoult, ebullioscopia, crioscopia, pressione osmotica, legge di Clausius–Clapeyron. [4 ore]
Impostazione delle reazioni chimiche, relazioni ponderali e volumetriche nelle reazioni chimiche, numero di ossidazione, bilanciamento delle reazioni *redox*. [4 ore]
Termochimica. [2 ore]
Equilibri omogenei ed eterogenei. [2 ore]
Soluzioni di elettroliti, *Kps*, *Kw*, *p*H. [4 ore]
Leggi di Faraday. [2 ore]

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:
C. Brisi, V. Cirilli, *Chimica generale ed inorganica*, Levrotto e Bella, Torino.
M. Montorsi, *Appunti di chimica organica* , CELID, Torino.
Testi ausiliari:
M. J. Sienko, R.P. Plane, *Chimica : principi e proprietà*, Piccin, Padova.
C. Brisi, *Esercitazioni di chimica*, Levrotto e Bella, Torino.
P. Silvestroni, *Fondamenti di chimica*, Masson.
Malatesta, *Chimica generale*, Ed. Scient. Guadagni.
A. Sacco, *Fondamenti di chimica*, Casa Ed. Ambrosiana, Milano.

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta ed in una prova orale, si accede all'orale solo avendo svolto in maniera sufficiente la parte scritta. Il voto finale deriva dalla media delle votazioni delle due prove.

Prova scritta. Alla prova scritta si può accedere solo avendo consegnato previamente lo statino. Essa consiste in una parte di problemi (2) e di domande sulla teoria (2 riguardanti la chimica generale e la chimica organica). Lo scritto si considera superato se sono stati svolti correttamente almeno uno dei problemi e una delle domande. Il fallimento della prova scritta comporta il fallimento dell'intero esame.

Prova orale. Alla prova orale si accede solo avendo superato lo scritto. Essa consiste in alcune domande su tutto il programma del corso e in particolare sulla parte di chimica inorganica.

D1370 Disegno (annuale)

Anno:periodo 1:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 2+4+(2) (ore settimanali)
Docente: *da nominare*

Il corso è diretto a fornire gli strumenti formativi di base nel campo della rappresentazione, nell'ambito dell'ingegneria civile, con specifico riferimento ai supporti teorici di geometria descrittiva, alla normativa in atto per il disegno tecnico, alla storia critica dell'architettura. Sono esaminati, in particolare, finalità, metodi e tecniche di rappresentazione grafica e modellistica da utilizzare nel generale *iter* progettuale per l'ingegneria civile, a servizio del rilievo dell'esistente, della progettazione di massima e di quella esecutiva.

REQUISITI. Si danno per acquisite le nozioni di geometria elementare e le relative costruzioni grafiche.

PROGRAMMA

La prima parte del corso ha per oggetto gli aspetti introduttivi del disegno per gli ingegneri: finalizzazione dei contenuti, tecniche utilizzabili, normativa tecnica e linguaggi grafici (simbologie, scritture, formati, sistemi di quotatura, lineamenti di disegno assistito dal calcolatore).

La seconda parte del corso affronta i principali temi di geometria descrittiva: proiezioni ortogonali di Monge, proiezioni quotate, proiezioni assonometriche ortogonali e oblique, proiezioni centrali, rappresentazioni prospettiche (prospettive centrali frontali, prospettive accidentali, prospettive razionali, il disegno esploso), teoria delle ombre (applicazioni alle proiezioni ortogonali, alle assonometrie e alle prospettive).

L'ultima parte del corso ha per oggetto il rilievo architettonico, con richiami alle strutture murarie tradizionali e moderne, e la storia dell'architettura, con particolare riferimento alla conformazione delle costruzioni.

1. *Il corso di disegno* nell'ambito degli studi di ingegneria; organizzazione delle lezioni e delle esercitazioni; modalità di valutazione. [2 ore]

2. *Il disegno come linguaggio*; metodi di rappresentazione, codificazioni grafiche; contenuto, tecnica, specializzazione del disegno; normativa per il disegno per l'ingegnere civile; formati, disposizione degli elementi grafici, piegatura dei fogli; scale grafiche, normalizzazione e scelta in funzione dei contenuti; tipi, grossezza ed applicazioni delle linee rappresentazione dei materiali; rappresentazione schematica delle saldature, genesi del simbolo. [5 ore]

3. *Geometria descrittiva, definizione*; operazione proiettiva, proiezione conica o centrale, proiezione cilindrica o parallela; genesi spaziale dei metodi di rappresentazione, elementi variabili, riferimento alla terna di assi cartesiani, prospettive, assonometrie oblique, assonometrie ortogonali, proiezioni ortogonali di Monge. [3 ore]

4. *Le proiezioni ortogonali*; codificazione di Monge, caratteristiche, sviluppo delle viste e posizioni reciproche delle rappresentazioni; proiezione, ribaltamento, sistema europeo, sistema americano. [1 ora]

5. *Geometria descrittiva*; il punto nei quattro diedri, rappresentazione in proiezioni ortogonali; la retta nello spazio, rappresentazione in proiezioni ortogonali, proiezioni e tracce, condizioni di appartenenza punto–retta, rette incidenti, rette proiettanti; il piano nello spazio, rappresentazione in proiezioni ortogonali, tracce, condizioni di appartenenza punto–retta–piano, rette principali del piano, piani in posizione particolare, intersezione di piani, intersezione retta–piano; condizioni di parallelismo e di ortogonalità per rette e piani; ribaltamenti, vera distanza, vera grandezza. [9 ore]

6. *Omologia*, definizione; individuazione dei diversi tipi di omologia in funzione degli elementi centro, asse, punti corrispondenti; esame, attraverso l'omologia, dei metodi di rappresentazione già studiati. [2 ore]

7. *Assonometrie*, generalità; assonometrie ortogonali, determinazione dei coefficienti dimensionali di trasformazione realtà-immagine; assonometrie oblique, valori dimensionali unificati; applicazioni. [3 ore]

8. *Proiezioni centrali* del punto, della retta, del piano; prospettive, cenni storici; prospettiva centrale–frontale, accidentale, razionale; metodo delle rette proiettanti, delle direzioni, delle fughe ausiliarie, dei punti misuratori, fughe di rette inclinate; applicazioni, disegno "esploso", disegno "spaccato". [8 ore]

9. *Teoria delle ombre*, generalità, convenzioni; ombre in proiezioni ortogonali di punto, segmento, figura piana, solido, di elementi architettonici con superfici non piane; ombre in assonometria; ombre in prospettiva; sorgente luminosa all'infinito; sorgente luminosa a distanza finita. [6 ore]

10. *Sistemi di quotatura*; quotatura nell'edilizia; quotatura nella carpenteria metallica. [2 ore]

11. *Proiezioni quotate*, definizioni; proiezioni quotate di punto, retta, piano, condizioni di incidenza, appartenenza, parallelismo, ortogonalità; piano quotato, linee di livello;

applicazioni a superfici qualsiasi, profili, pendenze, distanze; coperture con falde a pendenza costante. [2 ore]

12. *Convenzioni grafiche* nel disegno architettonico; progettazione edilizia ed architettonica. [2 ore]

13. *Richiami alle strutture* tradizionali e moderne; evoluzione delle tecniche costruttive, delle forme, dei materiali; il linguaggio della compressione e quello della trazione; archi, volte semplici e composte, murature, solai; il passaggio verso le strutture portanti non a semplice compressione. [6 ore]

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni (in aula e in laboratorio) consistono nella elaborazione di tavole grafiche su temi specifici, in applicazione di quanto svolto a lezione; nel rilievo di manufatti mediante schizzi a mano libera; nella schedatura di un complesso costruito caratterizzante il territorio; nella costruzione del plastico di un'opera d'autore. Alcuni elaborati potranno essere prodotti da piccoli gruppi di allievi.

1. Tavole relative ad esempi di composizione grafica uniformata e non; a composizione di figure e solidi geometrici elementari, con esempi di ambito meccanico ed edilizio; a composizioni assonometriche e prospettiche, anche con ombre, di ambito architettonico.
2. Introduzione alla grafica informatizzata; sue potenzialità e limiti; applicazioni nel contesto degli argomenti del corso; illustrazione dei principali comandi relativi all'applicazione AutoCAD, svolgimento di tavole.
3. Il processo di schedatura; la lettura critica; individuazione dell'oggetto e degli argomenti delle schede, come schedare; schedatura di architetture e complessi costruiti caratterizzanti il tessuto e la storia della città e del territorio.
4. Plastico; fonti di documentazione e criteri per la scelta del modello; analisi della composizione volumetrica; materiali e attrezzi.

BIBLIOGRAFIA

Il riferimento principale è agli appunti presi a lezione e ad esercitazione.

N. Pevsner, *Storia dell'architettura europea*, 4. ed., Laterza, Bari, 1974.
S. Coppo, *Il disegno e l'ingegnere*, Levrotto & Bella, Torino, 1987.
Manuale UNI M.II, norme per il disegno tecnico, edilizia e settori correlati. Vol. 1 e 3, UNI, Milano, 1990.
G. Garzino, *Appunti delle esercitazioni svolte agli allievi ingegneri civili ... di Vercelli*, Vercelli, 1991.
R. Nelva, *Convenzioni e norme del disegno tecnico di progetto in campo edilizio e architettonico*, Vercelli, 1991.
G. Ceiner, *Il disegno e l'ingegnere. 2., Teoria delle ombre*, Levrotto & Bella, Torino, 1992.
G. Garzino, *Appunti delle esercitazioni svolte agli allievi ingegneri civili ... di Vercelli*, Vercelli, 1992.
G. Moglia, *Il ruolo del disegno nella formazione culturale dell'ingegnere civile-edile*, Vercelli, 1992.
G. Garzino, *Considerazioni circa il rapporto esistente fra il disegno ed il progetto in architettura : nell'ottica anche dell'impiego di tecnologie avanzate*, Vercelli, 1993.
G. Moglia, *Un percorso didattico sulla formazione della schedatura di complessi costruiti caratterizzanti il territorio*, Vercelli, 1991.
M.T. Navale, *Disegno di base*, Juvenilia, Milano, 1994
M.T. Navale, *Disegno tecnico edile*, Juvenilia, Milano, 1994
M.T. Navale, *Applicazioni di disegno e architettura*, Juvenilia, Milano, 1991

G. Moglia, *Un percorso didattico sulla formnazione della composizione grafica*, Vercelli, 1995.
Materiale didattico distribuito durante il corso.

ESAME
L'esame è costituito da una prova scritta e da una orale. La prova scritta consiste nella elaborazione di una tavola grafica su una semplice composizione architettonica da rappresentare in prospettiva e con ombre. Alla prova orale si accede superando positivamente lo scritto. La materia della prova orale corrisponde interamente al programma svolto a lezione e ad esercitazione; si sottolinea che è sempre toccato il tema della geometria descrittiva e quello della storia dell'architettura. Nel corso della sessione d'esame non è possibile ripetere la prova scritta. All'esame si accede avendo ottenuto la firma di frequenza entro il termine del corso. Tale firma si consegue consegnando gli elaborati delle esercitazioni. Il voto tiene conto delle valutazioni delle esercitazioni, della prova scritta e di quella orale. Sono previste, alla fine dei due periodi didattici, prove di esonero dallo scritto di esame.

G1410 Disegno edile (annuale)

Anno:periodo 1:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 2+4 (ore settimanali)
Docente: Secondino Coppo

Il corso vuole fornire agli studenti strumenti e metodi per la restituzione del linguaggio grafico nell'ambito della progettazione edilizia; in particolare e all'attività svolta nel corso è indirizzata ai seguenti obiettivi:
- formare la conoscenza necessaria alla rappresentazione dello spazio architettonico nelle sue componenti geometriche e formali;
- allenare alle tecniche pratiche specifiche per raggiungere la padronanza di ogni mezzo di rappresentazione tecnica ed espressiva;
- guidare alla lettura e all'interpretazione della forma e dello spazio progettato.

Le lezioni sono finalizzate a formare una prima impostazione teorica relativa ai problemi generali del rapporto tra metodi e sistemi di rappresentazione, progettazione edilizia, analisi conoscitiva dell'edificio, ai diversi livelli di approfondimento presenti nel processo di progettazione. Per questo scopo vengono affrontati con diversi livelli di approfondimento tematiche relative ai seguenti argomenti:
- impostazione dei fondamenti geometrici relativi ai diversi metodi di rappresentazione;
- proiezioni ortogonali, proiezioni assonometriche, proiezioni prospettiche, teoria delle ombre;
- principi di codificazione e simbologie per la costruzione del linguaggio grafico relazionato alle diverse fasi progettuali;
- codificazioni e simbologie grafiche per la costruzione di linguaggi grafici specialistici relativi alle diverse strutture tecniche, presenti nel manufatto edilizio;
- primo approccio all'uso dei sistemi grafici informatizzati per il disegno di edilizia;
- primo approccio alla lettura critica di un oggetto architettonico con restituzione grafica e modellizzazione tridimensionale della strutturazione geometrico-formale relativa.

PROGRAMMA

1. Introduzione alle "radici geometriche" del linguaggio grafico progettuale con esemplificazioni tratte dall'ambito della geometria descrittiva: proiezioni ortogonali, assonometrie, proiezioni centrali, proiezioni centrali, proiezioni quotate.

2. Cenni teorici sulle proiezioni ortogonali, con esemplificazioni di alcuni problemi particolari: proiezioni di punti, rette, piani, problemi di appartenenza, di parallelismo, di perpendicolarità, ribaltamenti, rappresentazione di figure piane e di solidi geometrici, sezioni piane.

3. Il sistema delle proiezioni ortogonali nell'ambito del disegno tecnico e del disegno progettuale edile.
Normative e codifiche simbologiche del *disegno tecnico*.
Codificazioni e convenzioni relative all'ambito del *disegno progettuale edile*, con riferimenti alla storia della rappresentazione in ambito di progetto edilizio ed urbano.

4. Il sistema di misurazione, quotature, in relazione alle scale grafiche e alla qualità del disegno progettuale: riferimenti alla normativa del *disegno tecnico* e alle convenzioni consolidate per il *disegno progettuale edile*.

5. Cenni teorici sulle proiezioni assonometriche: assonometrie oblique, assonometrie ortogonali.
Codificazioni e normativa relativa all'uso delle assonometrie in ambito di *disegno tecnico*.
Uso delle assonometrie nell'ambito della progettazione edilizia: assonometrie esplose, spaccati assonometrici.
Cenni storici ed esemplificazioni specifiche sull'uso delle assonometrie nella rappresentazione architettonica in momenti culturali significativi.

6. Cenni storici sulle proiezioni centrali e generi delle proiezioni prospettiche: prospettive frontali, accidentali, razionali.
Uso delle rappresentazioni prospettiche nel *disegno progettuale edile*, prospettive d'insieme, di complessi architettonici, uso delle prospettive esplose nell'analisi del rapporto tra volume e componenti di un oggetto architettonico.
Cenni storici ed esemplificazioni specifiche sull'uso della prospettiva nella storia dell'architettura e dell'arte riferita ad alcuni momenti culturali significativi.

7. Cenni teorici sulle proiezioni quotate, ed esemplificazioni sull'uso nella rappresentazione per linee di livello in ambito territoriale e architettonico.

8. Cenni teorici sulla teoria delle ombre ed esemplificazioni specifiche in ambito di proiezioni ortogonali, assonometriche, prospettiche.
Cenni storici ed esempi specifici tratti da esempi di particolare rilevanza nell'ambito della rappresentazione di architettura storica e contemporanea.

9. Introduzione all'uso dei sistemi informatici nel disegno edile.
Strumenti automatici per la grafica: cenni di *hardware* e di *software*.
Concetti di primitiva grafica e di algebra matriciale, traslazione, rotazione, esercizi di proiezione bidimensionale.

10. Coordinate omogenee 2D. Sistemi CAD e operazioni logiche booleane.
Geometria euclidea e topologia euleriana, coordinate omogenee 3D.

11. Introduzione alle convenzioni grafiche specifiche per la costruzione del linguaggio progettuale finalizzato alla progettazione edilizia: scale grafiche, scale dimensionali, rapporto tra significante e significato nell'uso delle convenzioni simbologiche.
Differenziazioni tra rappresentazioni sintetiche e rappresentazioni analitiche delle singole strutture componenti l'oggetto edilizio relative alle fasi di progetto ed esecuzione.

12. Convenzioni grafiche e scale di rappresentazione per piante, prospetti, sezioni di un oggetto edilizio in scala 1:200, 1:100, 1:50, con riferimento alle normative burocratiche e di capitolato.
Esemplificazioni specifiche tratte da esempi significativi nella rappresentazione di architetture storiche e contemporanee.

13. Convenzioni grafiche e scale di rappresentazione relativa alle singole strutture tecniche dell'oggetto edilizio, relazionate alle singole scale di rappresentazione.
Simbologie grafiche convenzioni per la rappresentazione di strutture portanti in muratura, in cemento armato, in legno, in carpenteria metallica.
Convenzioni grafiche e simbologie per la rappresentazione di componenti di tamponamento, serramenti, elementi di finitura interni esterni.
Convenzioni grafiche e simbologie per la rappresentazione di strutture tecniche e impiantistiche.

14. Rapporto e congruenza tra rappresentazioni sintetiche e rappresentazioni analitiche: esemplificazioni tratte da casi specifici di particolare interesse nell'ambito della architettura contemporanea e/o storica.

15. Il problema delle rappresentazioni non iconografiche, rappresentazioni per modelli tridimensionali, plastici: esemplificazioni come metodo di lettura di conformazioni volumetriche complesse tratte dalla storia dell'architettura contemporanea o come supporto di progettazione.

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni seguono parallelamente gli argomenti delle lezioni, di cui costituiscono la fase di applicazione pratica con contenuti relazionati alla impostazioni teoriche volta per volta impartite. Di massima risultano ripartite nei seguenti argomenti.
Serie di tavole relative alla applicazione dei sistemi di rappresentazione sviluppati sul piano teorico su oggetti del repertorio componentistico edilizio via via più complessi, fino alla rappresentazione sintetica di organismi architettonici di conformazione volumetrica articolata.
Applicazioni grafiche su utilizzo di funzioni semplici e complesse su un sistema CAD.
Esercitazioni specifiche al LAIB di messa a fuoco di alcuni aspetti di *computer graphics* su tematiche relative alla rappresentazione di un semplice edificio o componente edilizio.
Serie di tavole relative alla rappresentazione sintetica dello spazio architettonico di un edificio di particolare rilevanza culturale del nostro secolo con redazione di schema critico-antologica. Esecuzione di plastico tridimensionale dell'edificio analizzato.

BIBLIOGRAFIA
Testi di riferimento:
Secondino Coppo, *Il disegno e l'ingegnere. Disegno e geometria*, Levrotto & Bella.
G. Ceiner, *Il disegno e l'ingegnere. Teoria delle ombre*, Levrotto & Bella.
M. Docci, *Manuale di disegno architettonico*, Laterza, Bari, 1985.

ESAME
Le tavole grafiche svolte durante le esercitazioni singolarmente vengono valutate e concorrono alla redazione del giudizio complessivo.
Nel corso dell'anno vengono effettuate prove pratiche di accertamento relativamente a specifici contenuti del corso: il giudizio positivo riportato sulle singole prove esenta della prova scritta di esame.
La prova di esame si svolge in due parti:
- una prova pratica inerente la applicazione dei singoli sistemi di rappresentazione ad un componente od oggetto edilizio di semplice conformazione volumetrica,
- una prova orale sugli argomenti generati svolti a lezione.

Il giudizio complessivo media la valutazione delle due fasi dalla prova d'esame con quella sintetica del lavoro svolto durante il corso.

D/G2300 Geometria

Anno:periodo 1:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+4 (ore settimanali)
Docente: Aristide Sanini

Il corso si compone di fatto di due parti: la prima riguardante la geometria del piano e dello spazio, trattata con l'uso di coordinate e basata sull'utilizzo sistematico del calcolo vettoriale; la seconda dedicata all'algebra lineare, che comprende il calcolo matriciale, autovalori, autovettori e forme quadratiche.
Rientrano nel programma del corso anche i numeri complessi, i polinomi in una variabile, lo studio delle equazioni differenziali lineari, in particolare a coefficienti costanti.

REQUISITI. Nozioni propedeutiche, in particolare derivate ed integrali, sono date nel corso di *Analisi matematica 1*. È opportuno conoscere le tecniche di calcolo, anche se non è indispensabile aver superato il relativo esame.

PROGRAMMA

Numeri complessi: notazioni, rappresentazioni grafiche, operazioni e loro significato grafico. Polinomi in campo complesso e in campo reale, zeri e fattorizzazione. [6 ore]

Sistemi lineari risolti per sostituzione, matrici, determinanti, inversa di una matrice quadrata, applicazione del calcolo matriciale alla risoluzione di sistemi lineari. [6 ore]

Vettori dello spazio: operazioni fondamentali, parallelismo e complanarità, dipendenza lineare, basi, prodotto scalare, vettoriale, misto. [6 ore]

Geometria analitica del piano: equazioni retta, parallelismo, angoli, distanze, cambiamenti di riferimento, coordinate polari, circonferenze, coniche e loro classificazione. [10 ore]

Geometria analitica dello spazio: rappresentazioni della retta e del piano, problemi di angoli, distanze, cambiamento di riferimento, coordinate cilindriche e sferiche, coni, cilindri, superfici di rotazione, quadriche e studio qualitativo. [12 ore]

Geometria differenziale delle curve: tangente, piano osculatore, curvatura, torsione, lunghezza arco di curva, formule di Frenet. [6 ore]

Spazi vettoriali: generalità, sottospazi, dipendenza lineare, basi. [6 ore]

Applicazioni lineari e matrici, sistemi lineari e condizioni di compatibilità, equazioni differenziali lineari, autovalori e autovettori, diagonalizzazione di una matrice quadrata, cenni a forma canonica di Jordan. [12 ore]

Spazi euclidei: prodotto scalare, proiezioni ortogonali, operatori simmetrici, proprietà di autovalori ed autovettori, trasformazioni e matrici ortogonali. [8 ore]

ESERCITAZIONI

Numeri complessi e polinomi in un'indeterminata. [4 ore]
Sistemi lineari risolti per sostituzione. Calcolo su matrici, determinanti. [4 ore]
Vettori dello spazio; esercizi di natura geometrica e calcoli con componenti delle principali operazioni: prodotto scalare e prodotto vettoriale. [4 ore]
Geometria analitica del piano: esercizi su angoli, distanze, grafici e proprietà delle coniche, loro classificazione algebrica. [6 ore]
Geometria analitica dello spazio: equazioni di piani, rette, angoli, distanze. Esercizi su sfere e circonferenze. Esercizi su coni, cilindri, superfici di rotazione, quadriche. [8 ore]
Geometria differenziale delle curve: calcolo triedro principale, cerchio osculatore. Esempi di curve, elica circolare. [4 ore]
Esercizi su spazi vettoriali, sottospazi, dipendenza lineare, ricerca di basi. [4 ore]
Esercizi su applicazioni lineari, matrici associate, interpretazione di sistemi lineari, diagonalizzazione di matrici e forma di Jordan. [10 ore]
Esercizi su spazi euclidei, ortonormalizzazione, proieizioni ortogonali. [4 ore]

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:

A. Sanini, *Lezioni di geometria*, Levrotto & Bella, 1993.
A. Sanini, *Esercizi di geometria*, Levrotto & Bella, 1993.

Testi ausiliari, per approfondimenti:

P. De Bartolomeis, *Algebra lineare*, Nuova Italia, 1993.
E. Sernesi, *Geometria I*, Bollati Boringhieri, 1989.

ESAME

Sono previste due prove di valutazione, ognuna di circa due ore, una a metà semestre, l'altra verso la fine, che hanno il carattere di esercitazioni scritte. Un voto medio nelle due prove non inferiore a 16/30 può essere utilizzato dallo studente, limitatamente alle sessioni di fine del 2. periodo didattico, come sostitutivo della prova scritta d'esame.
L'esame consiste di tre prove, da tenersi nello stesso appello:

a) uno scritto di due ore (da cui si può essere esonerati in base alle prove di valutazione del semestre); il superamento di tale prova con una votazione non inferiore a 15/30 consente di passare alle altre prove successive che consistono in:
b) un *test* di un'ora, senza libri né appunti, con una serie di quesiti (circa 20) per cui si deve contrassegnare una casella: vero / falso;
c) una prova orale, che può avere luogo lo stesso giorno del *test*.

Uno studente che si ritira durante una prova può ripresentarsi nella sessione successiva, per un massimo di cinque volte all'anno, come previsto dagli attuali regolamenti.

D/G 1901 Fisica 1

Anno:periodo 1:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2+(2) (ore settimanali)
Docente: Vittorio Mussino (collab.: Amelia Sparavigna)

Lo scopo del corso fondamentale del corso è quello di offrire allo studente una conoscenza di base dei fenomeni fisici inerenti la meccanica del punto materiale e dei sistemi di particelle, delle proprietà meccaniche dei solidi e dei fluidi, dell'ottica geometrica e della elettrostatica. L'inserimento della elettrostatica nel programma è stato pensato come ottimizzazione del concetto di campo gravitazionale e campo elettrostatico come identica realtà descrittiva indipendente dall'ente generante il campo stesso. L'apertura del corso è dedicata alla metrologia e si presenta un'idea generale della misura e della sua incertezza intrinseca. Sono spiegati quegli elementi di statistica che saranno utilizzati nelle previste esperienze di laboratorio.
Durante lo svolgimento del corso si cercherà di privilegiare i riferimenti incrociati fra i vari argomenti e saranno illustrati, senza entrare nel merito squisitamente tecnico, i principi di funzionamento di applicativi entrati nell'uso comune (es.: dispositivo antislittamento in accelerazione e in frenata, effetto suolo nelle auto, significato dell'equilibratura dinamica nei sistemi rotanti, ...).
La interconnessione fra teoria ed esercizi esplicativi rappresenta l'elemento di chiarificazione e di verifica dell'apprendimento dei vari argomenti trattati.

REQUISITI. Le nozioni acquisite nel corso di *Analisi matematica 1* sono basilari e necessarie per una comprensione non dispersiva del corso.

LABORATORIO
Misurazione di spostamenti, velocità ed accelerazione di gravità per un corpo in caduta libera,
misurazione del periodo di oscillazione del pendolo semplice variando la lunghezza del filo e l'ampiezza di oscillazione,
misurazione dell'indice di rifrazione del vetro con il metodo del prisma in condizione di deviazione minima.

PROGRAMMA
La preparazione può essere effettuata su qualunque testo che riporti in maniera sufficientemente rigorosa gli argomenti sottoelencati. Il testo di riferimento usato dal docente è indicato accanto ai singoli argomenti.

1. Metrologia. [6 ore] (Lovera, Minetti, Pasquarelli).
Grandezze fondamentali: misurazioni dirette; grandezze fondamentali e derivate, sistemi unità di misura ed equazioni dimensionali.
Errori di misura - capitolo II: sensibilità di uno strumento e di una misura; errori statistici e no (errori assoluti e relativi); grande numero di misure; propagazione degli errori.

Elementi di campi vettoriali. [5 ore] (appunti alle lezioni).
Campi scalari: superfici di livello e loro rappresentazione.
Campi vettoriali: linee di campo, criterio di Faraday.
Gradiente di un campo scalare derivata direzionale, integrale di linea e circuitazione, campi conservativi.
Flusso di un vettore: teorema della divergenza (relazione di Gauss), campi solenoidali.
Rotore di un vettore: teorema del rotore (o di Stokes), campi irrotazionali.
Campi centrali (newtoniani e coulombiani): legge di Gauss, applicazione del teorema della divergenza e della legge di Gauss.

2. *Meccanica* (Mazzoldi, Nigro, Voci).

2.1 Cinematica del punto. [10 ore]
Introduzione; moto rettilineo; velocità nel moto rettilineo; accelerazione nel moto rettilineo; moto verticale di un corpo; moto armonico semplice; moto rettilineo smorzato esponenzialmente; moto nel piano: posizione e velocità; accelerazione nel moto piano; moto circolare; moto parabolico; moto nello spazio e composizione di moti; riepilogo.

2.2 Dinamica del punto. [12 ore]
Principio d'inerzia ed introduzione al concetto di forza; legge di Newton; quantità di moto e impulso; risultante di forze, equilibrio, reazioni vincolari e tipi di vincolo; classificazione delle forze; azione dinamica delle forze; forze peso; forze di attrito radente; forze elastiche; forze di attrito viscoso; piano inclinato; forze centripete; pendolo semplice; tensione dei fili; lavoro, potenza, energia cinetica, teorema dell'energia cinetica; lavoro delle forze peso; lavoro delle forze elastiche; lavoro delle forze di attrito radente; forze conservative ed energia potenziale; conservazione dell'energia meccanica; relazione fra energia potenziale e forza; momento angolare e momento di una forza; riepilogo.

2.3 Moti relativi. [6 ore]
Sistemi di riferimento, velocità ed accelerazione relative; sistemi di riferimento inerziale, relatività galileiana; moto di trascinamento rettilineo uniforme; moto di trascinamento rettilineo accelerato; moto di trascinamento rotatorio uniforme; il moto rispetto alla terra.

2.4 Oscillatore armonico. [6 ore]
Richiamo delle proprietà; proprietà dell'equazione dello oscillatore armonico; energia dell'oscillatore armonico; somma di moti armonici sullo stesso asse; somma di moti armonici su assi ortogonali; oscillatore armonico smorzato da una forza di attrito costante nel tempo; oscillatore armonico smorzato da una forza di tipo viscoso; oscillatore armonico forzato, risonanza.

2.5 Dinamica dei punti materiali. [6 ore]
Sistemi di punti, principio di azione e reazione; centro di massa di un sistema di punti, teorema del moto del centro di massa; conservazione della quantità di moto; osservazioni sulle proprietà del centro di massa, esempi; teorema del momento angolare; sistema di riferimento del centro di massa; teoremi di König; ulteriori osservazioni sulle proprietà del centro di massa; il teorema dell'energia; urti fra due particelle; urto completamente anelastico; urto elastico; proprietà dei sistemi di forze applicate a punti diversi.

2.6 Dinamica del corpo rigido e statica. [6 ore]
Definizione del corpo rigido, prime proprietà; moto di un corpo rigido; corpo continuo, densità; rotazioni rigide attorno ad un asse fisso in un sistema di riferimento inerziale; momento di inerzia; teorema di Huygens–Steiner; pendolo composto; moto di puro rotolamento; momento dell'impulso; ellissoidi di inerzia (cenni); corpo rigido libero; leggi di conservazione nel moto di un corpo rigido; urti tra punti materiali e corpi rigidi o tra corpi rigidi; statica, equazioni cardinali e loro implicazioni; riepilogo.

2.7 Gravitazione. [2 ore]
La forza gravitazionale; massa inerziale e massa gravitazionale; campo gravitazionale; energia potenziale gravitazionale; legge di Gauss, distribuzione sferica di massa; considerazioni conclusive.

2.8 Proprietà meccaniche dei solidi, elasticità, onde elastiche. [2 ore]
Deformazione elastica; onde elastiche in una sbarra solida; onde in una corda tesa; considerazioni sulle onde.

2.9 Proprietà meccaniche dei fluidi. [4 ore]
Generalità sui fluidi, definizione di pressione; equilibrio statico dei fluidi; equilibrio in presenza della forza peso; principio di Archimede; attrito interno, viscosità, fluidi reali; moto di un fluido, regime stazionario, portata; teorema di Bernoulli; applicazione del teorema di Bernoulli; moto in un fluido, resistenza del mezzo; effetto Magnus, portanza.

3. Elettrostatica. [11 ore] (Mazzoldi, Nigro, Voci, vol. 2.).

3.1 Forza elettrostatica e campo elettrostatico
Cariche elettriche, isolanti e conduttori; struttura elettrica della materia; misura delle cariche elettriche, legge di Coulomb; campo elettrostatico; campo elettrostatico prodotto da una distribuzione continua di carica; linee del campo elettrostatico; moto di una carica nel campo elettrostatico; determinazione della carica elementare, esperienza di Millikan; commenti conclusivi.

3.2 Lavoro elettrico, potenziale elettrostatico
Lavoro della forza elettrica, tensione elettrica, potenziale elettrostatico; calcolo del potenziale elettrostatico; energia potenziale elettrostatica; relazione fra campo elettrostatico e potenziale elettrostatico; superfici equipotenziali; applicazione del teorema del rotore (o di Stokes) al campo elettrostatico; dipolo elettrico, calcolo del campo e del potenziale; interazione fra dipolo elettrico e campo elettrostatico.

3.3 La legge di Gauss
Flusso del campo elettrostatico, legge di Gauss; alcune applicazioni e conseguenze della legge di Gauss; campo elettrostatico nell'interno di uno strato superficiale di cariche; la legge di Gauss in forma differenziale, divergenza di un campo elettrostatico; le equazioni di Maxwell per l'elettrostatica, equazioni di Poisson e di Laplace (cenni); riepilogo sulle operazioni di gradiente, divergenza e rotore per il campo elettrostatico.

3.4 Conduttori, energia elettrostatica
Conduttori in equilibrio; capacità di un conduttore isolato; conduttore cavo, schermo elettrostatico; sistemi di conduttori; condensatori; collegamento fra condensatori; energia del campo elettrostatico; energia di un sistema di cariche; funzioni armoniche, problema del Dirichlet (cenni).

5. Ottica geometrica. [4 ore] (Mazzoldi, Nigro, Voci, vol. 2.).
Leggi della riflessione e della trasmissione; definizioni e convenzioni; specchi; diottri; lenti sottili; lenti spesse e sistemi diottrici centrati; aberrazioni; dispersione, prisma; principio di Fermat; note e commenti.

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:
F. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, *Fisica. Vol. 1 e 2*, EdiSES, Napoli.
Testi ausiliari:
C. Mencuccini, V. Silvestrini, *Fisica. Vol. 1 e 2*, Liguori, Napoli.
G. Lovera, B. Minetti, A. Pasquarelli, *Appunti di fisica*, Levrotto & Bella, Torino.
D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Fondamenti di fisica*, Ed. Ambrosiana, Milano.
P. Fishbane, S. Gasiorowicz, S. Thornton, *Fisica per scienze ed ingegneria. Vol. 1 e 2*, EdiSES, Napoli.
R.A. Serway, *Fisica. Vol. 1 e 2*, EdiSES, Napoli.

ESAME
L'esame consiste in una prova orale che avviene dopo che il docente ha acquisito vari elementi di giudizio (fra i quali: l'esito di una prova scritta obbligatoria e la valutazione delle relazioni di laboratorio) relativamente alla formazione culturale dello studente.
a) Prova scritta: lo studente può sostenere la prova scritta in uno qualunque degli appelli delle sessioni previste dalla Facoltà. È permessa la consultazione di libri di testo.
Se l'esito risultasse essere di almeno 18/30 la votazione riportata resta valida (come esonero dallo scritto) per l'intero anno accademico indipendentemente dalla sessione nella quale è avvenuta lo scritto.
Se l'esito risultasse essere compreso fra 15/30 e 17/30, l'esame orale deve essere sostenuto nell'appello di svolgimento della prova scritta. Se ciò non avvenisse, la prova scritta deve essere ripetuta.
b) Prova orale: l'interrogazione avviene sugli argomenti del programma allegato e, a richiesta dello studente prima del colloquio, può essere integrata con domande inerenti le prove svolte in laboratorio.
Gli studenti immatricolati antecedentemente all'anno accademico 1995/96 possono presentare il programma svolto nel loro anno accademico di frequenza al corso.
c) Votazione finale: la votazione finale è la risultanza del colloquio orale + un *bonus* per le relazioni di laboratorio + un *bonus* per le domande richieste dallo studente (in ogni caso il *bonus* complessivo non è superiore a 4/30).
Lo statino verrà presentato all'atto di sostenere l'esame orale.
Per motivi organizzativi, legati alla prenotazione di aule, lo studente deve obbligatoriamente apporre il proprio nome sugli elenchi affissi, circa una settimana prima dell'appello, alla bacheca del corso con la dizione: O (solo orale), S (solo scritto), S+O (scritto e orale).

D/G 0232 Analisi matematica 2

Anno:periodo 2:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+4 (ore settimanali)
Docente: Magda Rolando

Il corso si propone di completare la formazione matematica di base dello studente, con particolare riferimento al calcolo differenziale e integrale in più variabili, alla risoluzione delle equazioni e dei sistemi differenziali e ai metodi di sviluppo in serie.

REQUISITI. Sono propedeutici i corsi di *Analisi matematica 1* e *Geometria.*

PROGRAMMA

1. Funzioni di più variabili. [4 ore lezione, 3 ore esercitazioni]
Nozioni di topologia negli spazi n-dimensionali. Limite. Continuità.

2. Calcolo differenziale per funzioni di più variabili. [7 ore lez., 7 ore es.]
Funzioni scalari: derivate parziali. Derivate direzionali. Differenziale; piano tangente. Gradiente. Formula di Taylor. Matrice hessiana. Punti stazionari: loro classificazione. Funzioni vettoriali: Derivate parziali. Derivate direzionali. Matrice jacobiana. Differenziale. Derivazione di una funzione composta: regola della catena.

3. *Calcolo differenziale su curve e superfici.* [5 ore lez., 4 ore es.]
Curve. Superfici regolari nello spazio. Funzioni implicite e varietà. Massimi e minimi vincolati, moltiplicatori di Lagrange.

4. *Integrali multipli.* [10 ore lez., 12 ore es.]
Integrali multipli e loro trasformazioni nello spazio n-dimensionale. Primo teorema di Guldino. Cenni sugli integrali improprii. Funzioni definite mediante integrali, teorema di derivazione sotto il segno di integrale.

5. *Integrali su curve e superfici.* [8 ore lez., 6 ore es.]
Integrale curvilineo. Area di una superficie. Secondo teorema di Guldino. Superfici orientate. Integrale di flusso. Teorema della divergenza. Forma differenziale lineare. Integrale di linea di un campo. Teorema di Green. Teorema di Stokes. Forma differenziale esatta. Teorema fondamentale. Potenziale.

6. *Serie numeriche e serie di funzioni.* [10 ore lez., 4 ore es.]
Serie numeriche, generalità. Serie a termini positivi. Serie a termini di segno alterno. Assoluta convergenza. Serie negli spazi normati. Serie di funzioni; convergenza puntuale e assoluta, in media quadratica, uniforme. Teorema di Weierstrass. Teorema di integrazione e derivazione per serie.

7. *Serie di Fourier.* [6 ore lez., 2 ore es.]
Funzioni periodiche. Famiglie ortogonali di funzioni. Polinomi trigonometrici. Polinomio di Fourier di una funzione a quadrato integrabile. Serie di Fourier, sua convergenza in media quadratica. Identità di Parseval. Convergenza puntuale ed uniforme della serie di Fourier.

8. *Serie di potenze.* [8 ore lez., 6 ore es.]
Serie di potenze, raggio di convergenza. Sviluppo in serie di Taylor. Sviluppi notevoli. Funzioni definite mediante integrali non elementari. Applicazioni numeriche. Matrice esponenziale.

9. *Sistemi di equazioni differenziali.* [14 ore lez., 6 ore es.]
Sistemi di equazioni differenziali del primo ordine. Problema di Cauchy. Equazioni differenziali di ordine n.
Sistemi differenziali del primo ordine lineari in forma normale. Sistema omogeneo. Sistema completo, metodo di Lagrange. Equazioni differenziali di ordine n lineari. Integrazione per serie di equazioni differenziali lineari del secondo ordine. Sistemi differenziali lineari a coefficienti costanti del primo ordine. Sistemi omogenei soluzioni e loro soluzioni tramite la matrice esponenziale.
Sistemi lineari non omogenei di tipo particolare. Equazioni differenziali lineari di ordine n a coefficienti costanti.

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi matematica II*, Levrotto & Bella, Torino, 1991.

Testi ausiliari:

S. Salsa, A. Squellati, *Esercizi di Analisi matematica II*, Masson, Milano, 1994.
H.B. Dwight, *Tables of integrals and other mathematical data*, MacMillan.
Leschiutta, Moroni, Vacca, *Esercizi di matematica*, Levrotto & Bella, Torino, 1982.

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta ed una orale, che devono essere sostenute nello stesso appello. Lo studente può presentarsi alla prova scritta una volta per sessione. E

necessario prenotarsi preventivamente all'appello, consegnando lo statino presso la segreteria didattica del dipartimento di Matematica, entro la data che verrà di volta in volta comunicata. Se la prenotazione non viene disdetta, lo studente viene considerato come presente. Durante le prove scritte è vietato l'uso di qualsiasi tipo di macchina calcolatrice e di *computer*; lo studente può utilizzare gli appunti del corso, il libro di testo e le tavole.
Se la prova scritta non viene ritirata dallo studente dopo la presentazione delle soluzioni da parte del docente effettuata al termine della prova scritta, l'esito dell'esame verrà comunque registrato.
L'orale non può essere sostenuto se la prova scritta risulta insufficiente. L'eventuale esito negativo della prova orale comporta la ripetizione anche della prova scritta in una successiva sessione.

D/G 190 2 Fisica 2

Anno:periodo 2:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2+2 (ore settimanali)
Docente: Piera Taverna Valabrega (collab.: G. Castagno)

Scopo dei corsi di fisica è quello di dare una visione coerente ed unificata dei fenomeni fisici e dei metodi che ne permettono lo studio. Nella prima parte del corso di *Fisica 2* vengono trattati le interazioni elettromagnetiche analizzate in termini di campi. Sono discusse le leggi fondamentali dell'elettromagnetismo (nel vuoto e nella materia) che si compendiano nelle equazioni di Maxwell. Particolare rilievo è dato allo studio delle onde elettromagnetiche, come estensione delle equazioni di Maxwell e dei fenomeni ondulatori, quali interferenza, diffrazione e polarizzazione. Nella seconda parte del corso viene fornita una breve introduzione alla meccanica quantistica, base per lo studio della struttura della materia. Nell'ultima parte vengono analizzati i concetti base della termodinamica classica con alcuni cenni di termodinamica statistica.

PROGRAMMA

Elettrostatica nel vuoto e nella materia
Isolanti e conduttori, costante dielettrica. [6 ore]

Corrente, resistenza, forza elettromotrice
Corrente elettrica, resistenza, densità di corrente, resistività. Conduttori ohmici, legge di Ohm. Interpretazione microscopica della legge di Ohm (cenni). Generatori ideali e reali di tensione. Generatore di van de Graaf. Bilancio energetico nei circuiti. Circuito RC. Misura di resistenze (laboratorio). [6 ore]

Campo magnetico
Forze magnetiche su cariche in moto e su correnti. Definizione del vettore **B**. Effetto Hall. Forze magnetiche sui circuiti, momento di dipolo magnetico. Moto di cariche in campo magnetico. Ciclotrone. [4 ore]
Legge di Ampère: campo magnetico di circuiti percorsi da corrente. Dipoli elettrici e magnetici: analogie, differenze. Forze fra conduttori. Definizione dell'*ampere*. [4 ore]
Legge di Faraday: FEM indotta da campi magnetici variabili nel tempo. Considerazioni energetiche. Calcolo del campo elettrico indotto da campi magnetici variabili. Betatrone. Auto- e mutua induzione. Autoinduttanza di avvolgimenti toroidali e solenoidali. Circuito LR. Energia del campo magnetico. Circuiti LC ed RLC: analogie meccaniche, considerazioni energetiche, risonanza (laboratorio). Corrente di spostamento ed equazioni di Maxwell. [6 ore]

Proprietà magnetiche dei materiali
Magneti permanenti, correnti di magnetizzazione. Sostanze dia-, para-, ferro-magnetiche. Legge di Curie. Legge di Gauss per il magnetismo. Vettore **H**. Legge di Ampère in presenza di mezzi materiali. Risonanza magnetica nucleare. [4 ore]

Onde elettromagnetiche
Equazioni di Maxwell in forma integrale e differenziale. Equazione dell'onda elettromagnetica. Onda piana: relazioni fra i vettori **E**, **B**, **H**. Energia dell'onda e vettore di Poynting. Quantità di moto dell'onda, pressione di radiazione. Antenne a dipolo elettrico (trasmittenti e riceventi). Lo spettro elettromagnetico. Luce. [8 ore]

Onde elettromagnetiche luminose
Riflessione e rifrazione: relazioni di Fresnel. Dispersione della luce principio di Huygens. Superfici d'onda e raggi. [2 ore]
Interferenza: esperimento di Young; coerenza, tempo di coerenza. Pellicole sottili, rivestimenti antiriflettenti. Diffrazione: fenomeni di Fresnel e Fraunhofer. Potere separatore degli strumenti ottici (macchina fotografica, occhio umano, telescopio). Interferenza con più sorgenti. Reticoli di diffrazione. Diffrazione dei raggi X, legge di Bragg. [10 ore]
Polarizzazione della luce mediante riflessione, dicroismo, doppia rifrazione e diffusione. Misure in luce polarizzata (laboratorio). [4 ore]

Interazione radiazione elettromagnetica con la materia
Descrizione effetto fotoelettrico ed effetto Compton: onde e corpuscoli. Relazioni energia – frequenza ed impulso. Vettore d'onda. Quantizzazione livelli energetici. Emissione della luce spontanea e indotta: laser. [4 ore]

Temperatura e calore
Equilibrio termico, principio zero. Temperatura, termometro a gas rarefatto. Punti fissi, punto triplo. Quantità di calore, calori specifici, legge di Dulong e Petit. Equivalente meccanico della caloria. Primo principio. Conduzione del calore in regime stazionario e non. Misura della diffusità termica (laboratorio). [4 ore]

Teoria cinetica
Gas perfetto: definizioni macroscopica e microscopica. Calcolo della pressione. Interpretazione cinetica della temperatura. Equazione dell'adiabatica reversibile. Principio di equipartizione dell'energia, calori specifici di gas e solidi. [4 ore]

Secondo principio della termodinamica
Processi reversibili ed irreversibili. Ciclo di Carnot per il gas perfetto. Macchine termiche e frigorifere. Teorema di Carnot. Secondo principio. Scala termodinamica assoluta delle temperature. Entropia: definizione, calcolo. Entropia e secondo principio, aumento di entropia nei processi naturali. Principali trasformazioni irreversibili, espansione senza lavoro esterno. Elementi di meccanica statistica e interpretazione statistica dell'entropia. [6 ore]

Meccanica quantistica
Cenni di meccanica quantistica e calori specifici alle basse temperature. [4 ore]

LABORATORIO
1. Misura di resistenza mediante ponte di Wheastone e misura di temperatura con sensore PT100.
2. Studio delle oscillazioni forzate in un circuito RLC mediante uso di oscilloscopio e generatore di segnali, e simulazioni al calcolatore di transitori in circuiti RC e RLC.

3. Misura di lunghezza d'onda della luce mediante reticolo di diffrazione, uso di polarizzatori, verifica della legge di Malus, misura dell'angolo di Brewster con sensore a fotodiodo.
4. Misura della diffusività termica di un provino metallico.

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:
B. Minetti, A. Pasquarelli, *Calore e termodinamica*, Levrotto & Bella, Torino.
U. Amaldi, Bizzarri, Fisica *generale. Elettromagnetismo, relatività, ottica*, Zanichelli.
Testi ausiliari:
A. Tartaglia, *Esercizi svolti di elettromagnetismo e ottica*, Levrotto & Bella, Torino.
P. Mazzoldi, N. Nigro, C. Voci, *Fisica. Vol. 2.* EDISES, Napoli.

ESAME

L'esame consta di una prova scritta seguita da una prova orale, entrambe da effettuarsi nella stessa sessione, non necessariamente nello stesso appello. Lo scritto ha la durata di 2 ore, e consiste in una serie di problemi e/o quesiti sugli argomenti trattati nel corso e sulle esperienze di laboratorio. Il massimo voto ottenibile dall'esame è condizionato dal voto dello scritto. Il peso massimo che la prova scritta può avere sulla valutazione finale è di 50/100.
Alla fine del primo semestre gli studenti possono sostenere una prova scritta comprendente problemi e/o quesiti. Questa prova scritta, se superata con almeno 15/30, dà diritto agli studenti a essere esonerati dallo scritto d'esame per l'intero AA.

D/G2170 Fondamenti di informatica

Anno:periodo 2:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+2+4 (ore settimanali)
Docente: Marco Mezzalama

Il corso intende fornire agli allievi una visione completa dei sistemi di elaborazione, attraverso l'analisi delle componenti principali che lo costituiscono (tecnologia, architettura *hardware*, macrocomponenti *software*). Obiettivo è quello di dare al futuro ingegnere una visione d'insieme di un sistema di elaborazione, analizzandolo sotto diversi punti di vista, quali: la struttura interna; i principi base di funzionamento; i vantaggi e gli svantaggi; i limiti; le applicazioni dei sistemi informativi.

PROGRAMMA

I fondamenti. Sistemi di numerazione; algebra booleana; funzioni logiche; codifica dell'informazione e codici.

Tecnologia. Cenni di tecnologia elettronica (dispositivi, microelettronica, ecc.); circuiti logici; la storia dell'evoluzione tecnologica e le sue implicazioni di mercato.

L'architettura di un sistema di elaborazione. Che cos'è un sistema di elaborazione (*hardware* e *software*); architettura *hardware* (unità centrale di elaborazione (CPU), memoria centrale, memoria di massa, unità di ingresso / uscita, struttura a *bus*); principi di base di funzionamento; varie fasi dell'esecuzione di una istruzione.

Dispositivi periferici. Stampanti; memorie di massa (nastri magnetici, *hard* e *floppy disk*, dischi ottici); *display*.

Il software. Classificazioni (*software* di base, *software* applicativo, *software* di produttività); fasi dello sviluppo di un programma; linguaggi di programmazione (classificazioni, caratteristiche del linguaggio macchina, dell'*assembler* e dei linguaggi evoluti: Fortran, Pascal, C, ADA); il linguaggio QuickBASIC.

Il sistema operativo. Il ruolo del sistema operativo. Esempi di sistema operativi: MS-DOS, Windows, Unix.

Basi di dati. Il ruolo e le finalità delle basi di dati; i diversi modelli logici (relazionale, gerarchico, reticolare); i linguaggi di interrogazione.

Software di produttività individuale. Fogli elettronici; sistemi per la gestione degli archivi (*data base*); elaborazione di testi ed immagini (*desk top publishing*).

Le reti di calcolatori. Le reti geografiche, metropolitane e locali; i mezzi trasmissivi; il *software* per le reti; reti pubbliche e private; alcuni esempi di reti.

La grafica. Dispositivi grafici; cenni di trasformazioni grafiche 2D. Pacchetti per rappresentazioni 2D e 3D. Il prodotto AutoCAD.

ESERCITAZIONI
Esercizi di programmazione in Qbasic.
Esercizi di prodotti di produttività individuale.
Esercizi di AutoCad.

LABORATORIO. Esercitazioni su *personal computer* relative allo sviluppo di semplici programmi e ai prodotti descritti a lezione.

BIBLIOGRAFIA
Testo di riferimento:
Meo, Mezzalama, Peiretti, *Fondamenti di informatica*, UTET.
Testi ausiliari:
Bishop, *L'informatica*, Jackson.
P. Demichelis, E. Piccolo, *Informatica di base*, Levrotto & Bella, Torino.
M. Mezzalama, N. Montefusco, P. Prinetto, *Aritmetica dei calcolatori e codifica dell'informazione*, UTET.

ESAME. Prova scritta ed orale facoltativo.

D/G 3370 Meccanica razionale

Anno:periodo 2:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+6 (ore settimanali)
Docente: Maria Teresa Vacca (collab.: Elena De Griffi Favella)

Il corso che si tiene successivamente ai corsi propedeutici di *Analisi matematica, Geometria* e *Fisica 1*, ha come finalità l'acquisizione dei fondamenti della meccanica e dei metodi matematici per la sua applicazione ai problemi che interessano l'ingegneria.
La parte introduttiva del corso riguarda la cinematica del punto, del corpo e dei sistemi articolati. Nella parte centrale dopo una premessa sulla riduzione dei sistemi di vettori applicati e sulla geometria delle masse, si studiano le equazioni cardinali della statica ed il principio dei lavori virtuali e si applicano con particolare attenzione ai problemi sui sistemi articolati piani. L'ultima parte del corso è rivolta alla dimostrazione dei teoremi ed equazioni generali della dinamica ed alle relative applicazioni nel piano e si conclude con lo studio delle vibrazioni libere e forzate di sistemi con un grado di libertà.
Le esercitazioni svolgono la risoluzione analitica, grafica o numerica di problemi attinenti agli argomenti del corso.

PROGRAMMA

Cinematica

Cinematica del punto: componenti polari piane e cilindriche della velocità, componenti intrinseche della velocità e della accelerazione di un punto. Moto circolare. Moto cicloidale.
Sistemi rigidi e prime loro proprietà, moto traslatorio, moto traslatorio circolare, moto rotatorio. Calcolo per via grafica della velocità e della accelerazione di un estremo di un'asta mobile su due guide ortogonali. [3 lezioni]

Proprietà analitiche e grafiche della distribuzione delle velocità e delle accelerazioni nei moti rotatori. Centro delle velocità: definizione, esistenza e proprietà. Teorema di Chasles. Centro delle accelerazioni. Proprietà e costruzioni grafiche.
Moto composto di un punto: teoremi di composizione delle velocità e delle accelerazioni per un punto. Estensione al caso spaziale dei teoremi sui moti composti. Formule di Poisson. [3 lezioni]

Polare fissa e polare mobile. Applicazione nel caso dell'asta. Vettori applicati: momento polare e momento assiale. Calcolo dell'accelerazione del centro delle velocità. Distribuzione delle accelerazioni in condizioni di moto incipiente. Formula di trasposizione dei momenti. Equivalenza di sistemi di vettori applicati. Coppie e loro proprietà. Composizione di un vettore e di una coppia di momento perpendicolare al vettore. Riduzione ad un punto di un sistema qualsiasi di vettori applicati. Teorema fondamentale sull'equivalenza. [3 lezioni]

Composizione di traslazioni e rotazioni nel piano: composizione di due traslazioni e composizione di una coppia di rotazioni. Composizione di due rotazioni parallele. Composizione di una traslazione e di una rotazione. Polari in moto relativo. Profili coniugati e casi degeneri. Profili coniugati in moto relativo. Definizione e classificazione dei vincoli. Vincoli posizionali e di mobilità. Esempi. Coordinate lagrangiane. Definizione di sistema olonomo e di sistema anolonomo, di grado di libertà. Conteggio dei gradi di libertà per i sistemi rigidi. [4 lezioni]

Statica

Classificazione delle forze agenti su un sistema materiale. Equazioni cardinali della statica. Nozione di vincolo privo di attrito. Asse centrale di sistemi piani di vettori applicati, coppia prismatica nel piano e coppia rotoiolale piana (cerniera). Problemi di statica risolti con le equazioni cardinali. Principio di sovrapposizione degli effetti. Sistemi a vincoli completi isostatici e iperstatici. Spostamenti effettivi: nozione di potenza e di lavoro. [3 lezioni]

Spostamenti virtuali di un punto. Spostamenti invertibili e non invertibili. Spostamenti virtuali di un sistema qualsiasi. Lavoro virtuale. Lavoro effettivo e lavoro virtuale delle reazioni vincolari. Definizione generale di vincolo privo di attrito. Teorema del moto incipiente. Dimostrazione della sufficienza delle equazioni cardinali della statica. Teorema dei lavori virtuali. Regola di Torricelli. [3 lezioni]

Poligono funicolare: definizione e teorema fondamentale. Riduzione di un sistema con risultante non nullo ad un unico vettore. Classificazione delle forze attive: forze conservative e calcolo del potenziale. Equazioni di Lagrange della statica. Applicazioni nel caso di un sistema olonomo soggetto a forze conservative. Definizioni di equilibrio stabile instabile ed indifferente. Criteri di stabilità basati sul potenziale. Criterio di stabilità basato sulla componente lagrangiana delle forze posizionali per un sistema olonomo ad un solo grado di libertà.
Problemi sulla stabilità dell'equilibrio. [4 lezioni]

Centro di un sistema di vettori applicati paralleli: definizione, proprietà ed applicazioni. Baricentro di un sistema materiale di punti: proprietà ed applicazioni. Calcolo di baricentri di figure piane elementari.
Momenti statici, d'inerzia e centrifughi per sistemi piani. Sistemi non inerziali ed equilibrio relativo. Forze centrifughe. [3 lezioni]

Dinamica

Principio di D'Alembert. Equazioni cardinali della dinamica. Equazione dei lavori. Riduzione delle forze d'inerzia per un sistema rigido piano: caso del sistema che trasla. Teorema di Huygens. Riduzione delle forze d'inerzia per un sistema rigido piano che ruota attorno ad un punto fisso (esempio pendolo in moto incipiente). Sistema rigido piano che rotola senza strisciare su di una linea fissa (esempio ellisse omogenea pesante su retta orizzontale). Riduzione delle forze d'inerzia per un sistema rigido piano qualsiasi (esempio asta su due guide ortogonali in moto incipiente). Cenni sull'attrito radente. Energia cinetica e teorema di König. Calcolo dell'energia cinetica per sistemi rigidi. Teorema dell'energia cinetica. Integrale primo dell'energia cinetica. [3 lezioni]

Equazioni di Lagrange. Dimostrazione nel caso di un sistema olonomo ad un grado di libertà. Estensione al caso di un sistema olonomo ad n gradi di libertà. Quantità di moto risultante e momento risultante delle quantità di moto. Teorema delle quantità di moto. Teorema del moto del baricentro. Integrali primi dei momenti cinetici. Riduzione delle forze d'inerzia per un sistema qualsiasi mediante i vettori quantità di moto e momento delle quantità di moto. Teorema del momento risultante delle quantità di moto. Equazioni vettoriali (o scalari) pure del moto. Integrali primi. [3 lezioni]

Studio del moto del pendolo matematico: equazioni delle piccole oscillazioni del pendolo. Studio del moto nell'intorno di una configurazione di equilibrio stabile. Vibrazioni libere, vibrazioni libere smorzate, vibrazioni forzate. Sismografi. [3 lezioni]

Travature reticolari piane. Diagrammi cremoniani. Metodo delle sezioni: metodo analitico di Ritter e metodo grafico di Culmann. Centro dei momenti statici ed ellisse centrale d'inerzia di un sistema di masse concentrate o di una figura piana. [3 lezioni]

BIBLIOGRAFIA
Nocilla, *Meccanica razionale*, Levrotto & Bella, Torino, 1980.
Ostanello, Mejnardi, *Esercizi di meccanica razionale. Vol. 1 e 2*, Levrotto & Bella, 1979.

ESAME
1. È prevista una prova scritta (ai primi di giugno). Il superamento di questa prova comporta l'esonero, per l'esame finale, della prova scritta.
2. È prevista una prova finale, scritta ed orale. La prova scritta consiste nello svolgimento di un problema di dinamica.

D3040 Istituzioni di economia

Anno:periodo 2:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 60+60 (nell'intero periodo)
Docente: *da nominare*

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso si propone di fornire allo studente le nozioni fondamentali per capire il funzionamento dell'economia, sia a livello macroeconomico, cioè del sistema economico complessivo, sia a livello microeconomico, cioè del comportamento degli operatori.

PROGRAMMA
Il corso inizia con una breve rassegna dell'evoluzione dell'analisi economica. Si divide successivamente in due parti.
Nella prima parte si sviluppano le nozioni fondamentali della microeconomia: analisi della domanda e dell'offerta, equilibrio dei mercati, formazione dei prezzi, comportamento del consumatore e delle imprese, analisi dei costi, mercati dei fattori produttivi e dei prodotti, analisi delle forme di mercato (concorrenza perfetta, monopolio, oligopolio, concorrenza monopolistica), i fallimenti del mercato (costi esterni sociali ed ambientali).
Nella seconda parte si sviluppano invece le nozioni relative al funzionamento del sistema macroeconomico: contabilità nazionale e suoi limiti, analisi dei grandi aggregati macroeconomici (reddito, risparmio, consumi, investimenti) e delle loro interazioni, bilancio dello stato, tassazione e spesa pubblica, funzionamento del sistema monetario, scambi con l'estero, politica dei tassi di cambio, politiche economiche e fiscali.

BIBLIOGRAFIA
Fischer, Dornbush, *Economia*, Hoepli, Milano.
Per la storia dell'analisi economica:
R. Gill, *Il pensiero economico moderno*, Il Mulino, Bologna.
Verranno inoltre utilizzati i principali documenti di politica economica.

G2060 Fisica tecnica

Anno:periodo 2:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+3 (ore settimanali); 80+40 (nell'intero periodo)
Docente: Augusto Mazza

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso considera le applicazioni all'ingegneria edile di illuminotecnica, acustica, fluidodinamica, trasmissione del calore e termodinamica, con particolare riferimento agli aspetti impiantistici, energetici ed ambientali. Il corso è a carattere propedeutico e fornisce le nozioni necessarie per accedere ai corsi specialistici delle singole discipline (illuminotecnica, ecc...).

REQUISITI. Conoscenze di base di analisi matematica e fisica.

PROGRAMMA
Illuminotecnica.
Grandezze energetiche e fotometriche, il corpo nero, sorgenti luminose, calcolo dell'illuminamento.
Acustica.
L'orecchio e le sensazioni uditive, audiogramma normale, caratteristiche acustiche dei materiali, acustica degli ambienti chiusi, isolamento acustico.
Fluidodinamica.
Studio del moto dei fluidi nei condotti, dimensionamento di condotti e di reti di condotti, calcolo di prevalenze e potenze di pompe e ventilatori.
Trasmissione del calore.
Studio delle varie modalità di scambio termico (conduzione, convezione ed irraggiamento) ed applicazioni, scambiatori di calore, isolamento termico di edifici ed impianti, risparmi energetici.
Termodinamica.
Studio dei cicli della conversione termodinamica diretta (macchine termiche a gas ed a vapore) ed inversa (macchine frigorifere) e studio delle miscele di aria e vapore acqueo (aria umida) e delle relative trasformazioni connesse al condizionamento dell'aria.

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni riguardano il calcolo di un impianto di illuminazione, la progettazione acustica di una sala per conferenze e il progetto e calcolo di un impianto di riscaldamento per un'abitazione.

BIBLIOGRAFIA
C. Boffa, P. Gregorio, *Elementi di fisica tecnica*, estratto vol. 1 e 2, Levrotto & Bella, Torino, 1975.
A. Mazza, *Esercizi di fisica tecnica*, Levrotto & Bella, Torino, 1988.
C. Boffa, M. Filippi, A. Tuberga, *Esercitazioni di fisica tecnica*, Levrotto & Bella, Torino, 1978.

G0330 Architettura tecnica

Anno:periodo 2:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+6 (ore settimanali)
Docente: Carlo Caldera

Il corso sviluppa i propedeutici elementi metodologici e culturali indirizzati all'edilizia civile, attraverso informazioni di carattere architettonico-tecnico (definizioni, classificazioni, norme, processi tecnologici e costruttivi attuali) e di carattere antologico (esame di edifici esemplari e confronti nella manualistica). Il corso è finalizzato ad avviare il conseguimento delle capacità selettive e sintetiche necessarie alla risoluzione di semplici temi progettuali.
Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni, in aula e con sopralluoghi didattici.

REQUISITI. *Disegno edile.*

PROGRAMMA

Le lezioni, dirette a focalizzare gli aspetti ed i problemi fondamentali attinenti all'architettura tecnica, si articolano attraverso un'analisi morfologica e costitutiva dell'edificio civile, organizzata per unità tecnologiche e classi di elementi tecnici. In particolare sono esaminati i seguenti aspetti:
- evoluzione formale delle tecniche costruttive principali;
- integrazione delle diverse parti nell'intero organismo edilizio;
- metodologia progettuale;
- schedatura antologica di edifici esemplari;
- applicazione di tecniche grafiche per la rappresentazione di particolari costruttivi;
- normazione.

0. Argomenti di carattere generale. [10 ore]
Il processo e il sistema edilizio.
Processo edilizio.
Esigenze dell'utenza finale.
Sistema ambientale. Sistema tecnologico.
La schedatura antologica.
Il progetto edilizio.
Normazione.
Norme per il disegno tecnico.
Materiali.
Il legno: caratteristiche meccaniche, caratteristiche di comportamento attivo, lavorazione del materiale.
L'acciaio: caratteristiche meccaniche, lavorazione del materiale.
La lega di alluminio: caratteristiche meccaniche, lavorazione del materiale.
Il conglomerato cementizio: caratteristiche meccaniche.
Metrologia.
Integrazione degli impianti nell'organismo edilizio.

1. Infissi interni (elementi di partizione interna). [6 ore]
Classificazione, terminologia e simboleggiatura.
Requisiti tecnologici.
Coordinazione dimensionale (cenni).
Integrazione nell'intero organismo edilizio.
Componenti principali, componenti accessori, vetrazioni.
Processi tecnologici e costruttivi.

2. *Infissi esterni (elementi dell'involucro sopra il suolo).* [6 ore]
Classificazione, terminologia e simboleggiatura.
Requisiti tecnologici.
Coordinazione dimensionale (cenni).
Integrazione nell'intero organismo edilizio.
Componenti principali del serramento, componenti accessori del serramento, schermi, protezioni anti-intrusione, vetrazioni.
Processi tecnologici e costruttivi.

3. *Parti interrate dell'edificio (elementi di fondazione e dell'involucro verso il suolo).* [6 ore]
Strutture di fondazione e pareti contro terra.
- Azioni, sollecitazioni.
- Classificazione.
- Criteri per il dimensionamento (cenni), criteri per il tracciamento e lo scavo (cenni).
- Integrazione nell'intero organismo edilizio.
- Evoluzione dei processi tecnologici e costruttivi principali.

Involucro verso il suolo.
- Agenti, requisiti tecnologici, criteri di difesa dall'acqua.
- Integrazioni nell'intero organismo edilizio.
- Processi tecnologici e costruttivi.

4. *Piano tipo dell'edificio (elementi di struttura portante, dell'involucro sopra il suolo e di partizione interna ed esterna).* [10 ore]
Struttura portante.
- Azioni, sollecitazioni.
- Classificazione.
- Criteri per il dimensionamento.
- Integrazione nell'intero organismo edilizio.
- Evoluzione formale dei processi tecnologici e costruttivi.
  - Strutture verticali o estese in un piano verticale: murature, archi, telai misti di pilastri ed archi, strutture tipiche di edifici residenziali multipiano.
  - Strutture orizzontali, inclinate e secondo superficie curva: volte, solai.
- Rappresentazione delle strutture in conglomerato cementizio armato (cenni).

Involucro sopra il suolo.
- Agenti, requisiti tecnologici, classificazione.
- Criteri di difesa dall'acqua, criteri di analisi e verifica del comportamento termo-igrometrico.
- Integrazione nell'intero organismo edilizio.
- Processi tecnologici e costruttivi.
- Finiture superficiali.

Partizioni interne.
- Pareti.
  - Requisiti tecnologici, classificazione.
  - Processi tecnologici e costruttivi.
  - Finiture superficiali.
- Impalcati.
  - Requisiti tecnologici.
  - Processi tecnologici e costruttivi.
  - Rivestimenti, controsoffitti.

Partizioni esterne.
- Impalcati orizzontali, impermeabilizzazioni.
- Barriere esterne di protezione.

5. *Strutture di collegamento interne*
(elementi di struttura portante e di partizione interna). [6 ore]
Struttura portante.
Azioni, classificazione.
Criteri per il dimensionamento.
Integrazione nell'intero organismo edilizio.
Evoluzione formale dei processi tecnologici e costruttivi.
Scale, rampe.
Partizione interna.
Caratteri distributivi.
Costruzione geometrica.
Processi tecnologici e costruttivi.
Rivestimenti.

6. *Coperture orizzontali (elementi dell'involucro sopra il suolo).* [6 ore]
Agenti, requisiti tecnologici.
Classificazione.
Criteri di analisi e verifica del comportamento termo-igrometrico.
Integrazione nell'intero organismo edilizio.
Processi tecnologici e costruttivi, impermeabilizzazione, isolamento termico.
Finiture.

7. *Coperture inclinate*
(elementi di struttura portante e dell'involucro sopra il suolo). [6 ore]
Struttura portante.
Azioni, classificazione.
Integrazione nell'intero organismo edilizio.
Evoluzione formale dei processi tecnologici e costruttivi, strutture reticolari, capriate.
Involucro sopra il suolo.
Agenti, requisiti tecnologici, classificazione.
Processi tecnologici e costruttivi.
Elementi complementari e finiture.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni, suddivise in antologiche e progettuali sui temi trattati, sono dirette rispettivamente:
- ad arricchire il patrimonio culturale tecnico-architettonico attraverso la schedatura di esempi di architetture e di loro elementi;
- ad addestrare le abilità sintetiche e creative attraverso elaborati grafici di tipo esecutivo.

1a. Infissi interni: antologia di progetti realizzati con schedatura di porte in legno e di componenti accessori. [8 ore]
1b. Progetto tecnologico di un infisso interno: porta in legno con caratteristiche assegnate. [4 ore]
2a. Infissi esterni: antologia di progetti realizzati con schedatura di finestre e di componenti accessori. [8 ore]
2b. Progetto tecnologico di un infisso esterno: finestra o porta in legno, con caratteristiche assegnate. [4 ore]
3a. Parti interrate di edificio: antologia di progetti realizzati con schedatura di componenti accessori. [8 ore]
3b. Progetto tecnologico della parte interrata di edificio: porzione ricorrente in edificio a destinazione residenziale, con caratteristiche assegnate. [4 ore]

4a. Piano tipo di edificio: antologia di progetti realizzati con schedatura dell'involucro verticale sopra il suolo e degli elementi di partizione esterna ed interna (con sopralluogo). [8 ore]
4b. Progetto tecnologico della parte di piano tipo di edificio: porzione ricorrente in edificio a destinazione residenziale, con caratteristiche assegnate. [4 ore]
5a. Strutture di collegamento interne ad edificio: antologia di progetti realizzati con schedatura. [8 ore]
5b. Progetto tecnologico della scala di edificio: porzione al piano tipo, con caratteristiche assegnate. [4 ore]
6a. Coperture orizzontali: antologia di progetti realizzati, con schedatura di componenti accessori. [8 ore]
6b. Progetto tecnologico della copertura orizzontale di edificio: porzione ricorrente in edificio a destinazione residenziale, con caratteristiche assegnate. [4 ore]
7a. Coperture inclinate: antologia di progetti realizzati, con schedatura di componenti accessori (con sopralluogo). [8 ore]
7b. Progetto tecnologico della copertura inclinata di edificio: porzione ricorrente in edificio a destinazione residenziale, con caratteristiche assegnate. [4 ore]

BIBLIOGRAFIA
Il materiale didattico viene messo a disposizione degli allievi attraverso una specifica documentazione annualmente aggiornata e completa dei riferimenti bibliografici per gli approfondimenti.

ESAME
L'attività svolta durante le esercitazioni è verificata mediante la valutazione degli elaborati progettuali consegnati con regolare periodicità. Tale valutazione, interpretata anche come crescita dell'apprendimento delle capacità selettive e sintetiche, concorre al giudizio complessivo.
La prova d'esame si svolge in due fasi:
– una prova estemporanea con la quale si richiede la risoluzione di un semplice tema progettuale attraverso l'elaborazione del progetto tecnologico di una porzione ricorrente di un edificio a destinazione residenziale, con caratteristiche assegnate;
– una prova orale consistente in un colloquio durante il quale viene discussa una soluzione progettuale scelta tra gli elaborati dell'allievo e viene affrontato un argomento a carattere prevalentemente teorico.
Il giudizio complessivo media le valutazioni delle due fasi della prova d'esame con quella sintetica degli elaborati progettuali svolti durante il corso.

D/G 4600 Scienza delle costruzioni

Anno:periodo 3:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+6 (ore settimanali)
Docente: Piero Marro (collab.: Francesco Biasioli)

Il corso si propone di fornire agli allievi le nozioni di base sul comportamento dei corpi elastici, sulla resistenza dei materiali, sull'analisi strutturale: tutti elementi fondamentali per i corsi successivi dell'ingegneria strutturale.

REQUISITI. *Analisi matematica, Geometria, Meccanica razionale.*

PROGRAMMA

Parte prima. Introduzione al corso e illustrazione dei contenuti.
Analisi della deformazione. Condizioni di congruenza e di compatibilità con i vincoli. Ricerca delle massime deformazioni. [1 modulo]
Analisi dello stato di tensione in un punto. Rappresentazione dello stato di tensione. Ricerca delle tensioni principali. Equazioni di Cauchy. Equazioni indefinite di equilibrio. [1 modulo]
L'ipotesi dell'elasticità. L'energia potenziale elastica. Teorema di Clapeyron: effetti statici e dinamici. Relazioni fra tensioni e deformazioni. Stati di coazione. Principio di sovrapposizione. Teorema di Kirchhoff. Ipotesi dell'isotropia e sue conseguenze. [1 modulo]

Parte seconda. Il problema di Saint Venant e la soluzione di Clebsch. Trattazione dei casi di sollecitazione semplici (detta anche "resistenza dei materiali").
Trazione e compressione. Misura del modulo E e del coefficiente $1/m$. Solido eterogeneo. Flessione semplice retta e deviata con richiami di geometria delle masse. Pressoflessione in presenza di materiali resistenti a trazione e a compressione. Pressoflessione con sezione parzializzata. Taglio: determinazione delle tensioni tangenziali. Teoria del flusso di tensione. Taglio e flessione: combinazione delle tensioni col circolo di Mohr. Torsione: sezioni circolari, anulari, rettangolari. Sezioni a doppio T. [3 moduli]
Sollecitazioni composte, criteri di rottura, verifica della sicurezza. [1 modulo]
Instabilità elastica: teoria di Eulero e suo campo di applicazione. Aste tozze. Metodo omega. Cenni sui metodi energetici. [1 modulo]

Parte terza. Teoria delle travi (analisi strutturale).
Sollecitazioni nelle travature isostatiche. Deformazioni delle travi isostatiche: teorema di Mohr, equazione differenziale della linea elastica. Travi una volta iperstatiche con vincoli fissi e cedevoli. Travi imperfettamente incastrate. Equazione dei tre momenti. [1 modulo]
Travature iperstatiche: risoluzione per congruenza e in applicazione del principio dei lavori virtuali per effetto di carichi, di cedimenti, di deformazioni impresse. Tracciamento diagrammi delle sollecitazioni. Calcolo di spostamenti di punti. [2 moduli]

Parte quarta. I teoremi del lavoro e le linee d'influenza.
Teorema di Betti e linee d'influenza di spostamenti. Teorema di Colonnetti e linee d'influenza delle caratteristiche di sollecitazione. Teorema di Castigliano. [2 moduli]

ESERCITAZIONI. Nella prima parte del corso comprendono richiami e ampliamenti della geometria delle masse e dei fondamenti di statica trattati in meccanica razionale. Nel seguito sviluppano applicazioni dei temi trattati nelle lezioni.

LABORATORIO
Le esercitazioni di laboratorio avranno per oggetto:
1. la determinazione delle caratteristiche di duttilità e di resistenza di campioni di acciaio per cemento armato;
2. la determinazione della resistenza, del modulo di elasticità e del coefficiente di dilatazione trasversale di saggi di conglomerato cementizio.

Saranno illustrate dal docente in aula prima dell'effettuazione in laboratorio. Gli allievi saranno tenuti a redigere un rapporto di prova con i risultati, le elaborazioni ed eventuali commenti.

BIBLIOGRAFIA
F. Levi, P. Marro, *Scienza delle costruzioni*, Levrotto & Bella.
Eventuali appunti complementari a lezioni ed esercitazioni verranno distribuiti.
Schemi per le prove di laboratorio verranno forniti.

ESAME
L'esame consiste in una prova scritta e una prova orale sugli argomenti trattati.
Non vi sono valutazioni parziali durante il corso.
Nella prova scritta i candidati possono avvalersi solo del libro di testo sopra citato: non e consentita la consultazione di appunti e libri diversi. L'accesso all'esame avviene con presentazione dello statino e di documenti di identità. Non vi sono preiscrizioni.

D5570 Tecnologia dei materiali e chimica applicata

Anno:periodo 3:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 80+20+12 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Maria Lucco Borlera

Il corso ha lo scopo di fornire conoscenze di base relative alle caratteristiche tecnologiche e di impiego dei materiali alla cui utilizzazione è condizionata ogni costruzione nel campo dell'ingegneria civile. Sono inoltre trattati i problemi che si riferiscono alle prestazioni in opera dei materiali.
La prima parte del corso prende in esame lo studio delle acque naturali ai fini della loro utilizzazione in campo industriale e per il consumo umano. Particolare rilievo viene dato anche ai trattamenti di bonifica delle acque luride di origine domestica ed al loro smaltimento nei corsi d'acqua senza causare l'alterazione dell'equilibrio biologico. [10 lezioni]
Nella seconda parte del programma vengono discussi i parametri che interessano la valutazione e l'utilizzazione dei combustibili, illustrando i procedimenti di calcolo relativi al controllo della combustione. [5 lezioni]
La terza parte del corso è dedicata allo studio delle proprietà e delle caratteristiche di impiego dei materiali da costruzione con particolare riferimento ai problemi di durabilità. A tale fine ampio rilievo è riservato alla discussione delle normative di legge italiane e comunitarie preposte al controllo dei requisiti di accettazione dei materiali e dei loro manufatti. [39 lezioni]

REQUISITI. Corsi di *Chimica* e di *Fisica*.

PROGRAMMA

Le esercitazioni di calcolo, le prove pratiche di laboratorio e le proiezioni di film didattici verranno svolte dal docente come parte integrante e applicativa degli argomenti via via trattati durante le lezioni ed inserite di conseguenza nell'orario ufficiale.

1. Acque per uso industriale e potabile. Acque di scarico.
2. Calcoli sulla combustione.
3. Rappresentazione grafica di sistemi a due componenti con e senza miscibilità allo stato solido.
4. Materiali ceramici tradizionali: laterizi, laterizi di copertura piastrelle per rivestimenti parietali e per pavimentazioni.
5. Leganti aerei.
6. Leganti idraulici: cementi Portland, pozzolanici, di alto forno. Calci idrauliche. Cause di alterazione dei conglomerati cementizi. Normative di legge italiana e comunitaria.
7. Calcestruzzo. Additivi, rapporto A / C, caratteristiche degli aggregati, reazione alcali / aggregato. Grado di lavorabilità di un impasto: cono di Abrams, consistometro di Vebe, fattore di compattazione. *Cls* impregnati con polimeri. *Cls* armati con fibre di acciaio. *Cls* leggeri. Argille espanse.
9. Materiali bituminosi e prodotti di impermeabilizzazione.
10. Il legname da costruzione. Trattamenti di conservazione e protezione del legname d'opera. Prodotti commerciali.
11. Il vetro come materiale da costruzione. Lastra di vetro e cristalli industriali. Vetri di sicurezza. Vetroceramiche.
12. Leghe leggere: da getto e da trattamento termico.
13. Leghe ferrose. Ghise da getto. Acciai strutturali. Trattamenti termici degli acciai. Indurimento superficiale degli acciai. Acciai per carpenteria e per calcestruzzo armato.
14. Le materie plastiche nell'edilizia.

LABORATORIO

1. Determinazione della durezza delle acque: metodi BB ed EDTA.
2. Abbattimento della durezza con resine scambiatrici in forma sodica.
3. Ricerca delle sostanze azotate nelle acque.
4. Valutazione del grado di inquinamento organico di un'acqua: misura del BOD, del COD e del TOC.
5. Misura del potere calorifico di un combustibile (calorimetro Junkers).
6. Prove al calcimetro.
7. Preparazione della pasta normale di un cemento.
8. Rilevamento dell'assortimento granulometrico di un aggregato per calcestruzzo.
9. Misura del rapporto volumetrico grassello / sabbia per una malta aerea di calce.
10. Ricerca delle impurezze organiche e argillose negli aggregati fini.

PROIEZIONE DI FILM DIDATTICI

1. Impianti di depurazione meccanica, biologica e chimica delle acque luride.
2. Fabbricazione del cemento Portland.
3. Prove sui calcestruzzi.
4. Alto forno e affinazione della ghisa.

BIBLIOGRAFIA

M. Lucco Borlera, C. Brisi, *Tecnologia dei materiali e chimica applicata*, Levrotto & Bella, 1993.

Materiale didattico (tabelle, diagrammi, schemi di apparecchiature ed impianti, ecc.) verrà distribuito durante il corso delle lezioni.

ESAME
È prevista – a metà periodo didattico – una prova scritta facoltativa, il superamento della quale comporta l'esonero, per l'esame finale, dei calcoli relativi alle acque ed al controllo della combustione. Tale prova può essere ripetuta a fine periodo didattico. (Durata della prova: 2 ore; non sono consultabili appunti o libri di testo).

G5570 Tecnologia dei materiali e chimica applicata

Anno:periodo 3:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 80+20+12 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Giuseppina Acquarone

Il corso ha lo scopo di fornire conoscenze di base relative alle caratteristiche tecnologiche e di impiego dei materiali utilizzati nel campo dell'ingegneria edile. Sono trattati problemi relativi alle prestazioni in opera dei materiali ed alcune implicazioni ambientali.

REQUISITI. Corsi di chimica e di fisica.

PROGRAMMA

Le acque.

Generalità. Acque meteoriche, di superficie, sotterranee.

Acque per uso industriale
Analisi di un'acqua.
Durezza: determinazione sperimentale. Trattamenti delle acque: sedimentazione, coagulazione, filtrazione, degasaggio, abbattimento della durezza.
Fragilità caustica.
Demineralizzazione:
a) Con resine scambiatrici; struttura e preparazione delle resine; l'abbattimento della durezza con resine sodiche.
b) Distillazione. Termocompressione e multiplo effetto.
c) Condensazione. *Flash evaporation.*
Dissalazione per congelamento, elettrodialisi, osmosi inversa.

Acque di scarico
La autodepurazione delle acque superficiali.
Determinazione del grado di inquinamento: BOD, COD.
Trattamenti di depurazione: meccanici: grigliatura, macinazione, sedimentazione; biologici: marcite, letti percolanti, fanghi attivi.
Eliminazione dei residui industriali.

Acque potabili
Requisiti organolettici e chimici.
Saggi di potabilità. Trattamenti meccanici. Sterilizzazione.
Un impianto di potabilizzazione.

I combustibili
Definizione. Classificazione dei combustibili.
Potere calorifico superiore ed inferiore. Calcolo di Q_s e Q_i da *delta H*. Aria teorica di combustione. Volume e composizione dei fumi e relativi calcoli.

Combustione con eccesso di aria: conseguente composizione dei fumi e relativi calcoli.
Temperatura teorica di combustione. Idem con eccesso di aria e preriscaldamento di aria e o combustibile. Effetti della dissociazione termica di CO_2 e H_2O.
Perdita al camino.
Temperatura di ignizione, limiti di infiammabilità.
Potenziale termico.

Carburanti (cenni)
Analisi dei prodotti di distillazione del petrolio e dei successivi trattamenti di *craking, hydrocraking, reforming.*
Classificazione dei carburanti, numero di ottano, numero di punto di anilina, indice *diesel.*
Inquinamento da carburanti.

Diagrammi di stato
Generalità e regola di Gibbs.
Diagrammi di stato binari
Miscibilità completa allo stato liquido e:
1. Immiscibilità allo stato solido;
idem con formazione di un composto intermedio che fonde
a) congruente, *b)* incongruente.
2. Miscibilità completa allo stato solido.
3. Miscibilità parziale allo stato solido
a) con formazione di eutettico, *b)* con trasformazione peritettica.
Diagrammi di stato ternari
Rappresentazione e lettura delle composizioni.
Lettura del diagramma ternario di tre costituenti
a) che non formano composti intermedi; *b)* che formano un composto intermedio che fonde congruente; *c) idem* che fonde incongruente.

Materiali ceramici
Definizione e generalità.
Materie prime
La silice: struttura e diagramma di stato. Struttura dei silicati e delle argille. Cottura della caolinite, diagramma di stato SiO_2 -Al_2O_3. Cenni sulla sinterizzazione.
Tecnologia dei prodotti ceramici
Estrazione. Atmosferizzazione. Macinazione. Formatura *a)* a secco, *b)* a plastico, *c)* a colo. Plastometro.
Essiccazione: Generalità. Essiccatoi a camera ed a *tunnel.* Essiccatoi ad umidità controllata.
Cottura: Forni discontinui e continui.
Prodotti ceramici
Laterizi e terrecotte. Faenze e maioliche. Terraglie tenere e forti. Il cottoforte e la monocottura. Il *gres.* Le porcellane.
Proprietà e prove dei materiali ceramici
Densità reale ed apparente. Porosità reale ed apparente.
Proprietà termiche. Generalità. Dipendenza dal tipo di legame e dalla struttura cristallina. Calore specifico, coefficiente di dilatazione lineare e volumetrica, resistenza agli sbalzi termici.
Proprietà meccaniche. Curva carico – deformazione e modulo di elasticità. Resistenza a trazione e frattura fragile. Resistenza a compressione.
Correlazioni e tabelle.

I leganti
Definizione e classificazione. La presa e l'indurimento.
Leganti aerei
Calce aerea. Materie prime e produzione. Spegnimento. Classificazione. Messa in opera. Requisiti e prove.
Gesso. Materia prima, produzione e messa in opera. Idrolisi ed azione corrosiva sul ferro.
Cemento Sorel.
Leganti idraulici
Cemento *portland*. Materie prime. Cottura. Costituenti mineralogici e moduli dei cementi. L'idratazione del *portland*. Cause di alterazione: *a)* interne, CaO, MgO, ... *b)* esterne, azione delle acque dilavanti, della CO_2, delle acque solfatiche.
Cemento pozzolanico.
Cemento d'altoforno.
Cemento alluminoso.

I calcestruzzi
Costituenti dei calcestruzzi, caratteristiche e dosaggio. Additivi: acceleranti e ritardanti della presa e indurimento. Fluidificanti. Prove sui calcestruzzi. Calcestruzzi leggeri. Precompressi.

Vetri
Struttura dei materiali vetrosi; ossidi formatori di vetro, modificatori, intermedi. Comportamento al riscaldamento: velocità di nucleazione e di accrescimento dei cristalli. Composizione e proprietà del vetro.
Tecnologia del vetro. Materie prime. Forni da vetro. Smerigliatura e lucidatura. Ricottura. Vetri temprati, di sicurezza e armati.

Vetroceramici

Materiali ferrosi
L'altoforno: materie prime ed equilibri di riduzione degli ossidi di ferro. Diagrammi di stato Fe–Fe_3C e Fe–C.
Struttura e proprietà: la struttura dei metalli e i difetti reticolari. Difetti puntiformi, lineari e planari. Le dislocazioni ed il loro movimento.
Prove sui materiali ferrosi.
Le ghise. Ghise di prima e di seconda fusione; tecniche di fusione; ghisa bianca, grigia, malleabile, globulare.
Gli acciai. Acciai al carbonio. Trattamenti termici degli acciai: ricottura, normalizzazione, tempra, rinvenimento, ricottura d'officina; tempra interrotta e bainitica.
Trattamenti superficiali degli acciai: tempra superficiale, cementazione, nitrurazione, carbonitrurazione.
Classificazione degli acciai: alcuni esempi. Acciai da carpenteria e da armatura di calcestruzzi. Acciai speciali: alfogeni (diagramma Fe–Cu) e austenitizzanti (diagramma Fe–Ni). Alcuni acciai speciali.

Metalli non ferrosi
Il rame. Proprietà e sue leghe fondamentali.
L'alluminio. Proprietà e sue leghe fondamentali.

Corrosione dei materiali metallici
Il meccanismo di corrosione.
Sistemi protettivi: rivestimento con metalli, passivazione, altri trattamenti chimici superficiali; rivestimento con bitumi. Vetrine e vernici.

Materiali bituminosi
Bitumi e asfalti. Campi di utilizzazione. Prove sui materiali bituminosi.

Vetrine e smalti
Generalità e materie prime. Tecniche di applicazione. Smalti per materiali metallici.

Alti polimeri
Generalità. I meccanismi di polimerizzazione. Struttura e proprietà polimeri. Classificazione. Alti polimeri di maggior rilevanza. Additivi. Tecnologia dei polimeri.

Vernici e pitture
Costituzione e classificazione. Vernici sintetiche grasse e bituminose. Pitture.

G5210 Storia dell'architettura e dell'urbanistica

Anno:periodo 3:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+4 (ore settimanali); 72+48 (nell'intero periodo)
Docente: *da nominare*

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso ha lo scopo di avviare la formazione delle capacità di indagine storica e di interpretazione critica necessarie alla configurazione dei problemi e alla progettazione in campo architettonico, urbanistico e territoriale.

PROGRAMMA
Il corso è organizzato in unità didattiche di dieci ore settimanali, costituite da lezioni in aula e sopralluogo e da esercitazioni. Le unità toccano successivi periodi della storia architettonica ed urbanistica, incentrando l'attenzione, volta per volta, su uno o più esempi particolarmente significativi.
In prevalenza, tali esempi vengono scelti nell'ambito della città e della regione, con i seguenti requisiti: essere accessibili e direttamente studiabili *in situ*, presentare ampie e articolate valenze, dal piano architettonico al piano del tessuto e dell'ambiente urbano o territoriale.
Ogni unità didattica si apre con una lezione in aula, dove viene delineato un quadro storico e culturale del periodo in oggetto, con lo scopo, in particolare, di portare gli allievi in condizioni di cogliere funzioni, significati e valori degli esempi scelti. Le lezioni successive sono dedicate allo studio e alla schedatura sopralluogo di tali esempi. L'unità si conclude con una esercitazione dove viene redatta una relazione scritta ed illustrata con schizzi.
Il corso è articolato in tre moduli didattici di circa quattro settimane ciascuno:
1. dalla Romanità al Manierismo,
2 dal Barocco all'Eclettismo,
3 dal Liberty ad oggi.

ESERCITAZIONI
Redazione in aula di relazioni scritte ed illustrate con disegni a mano libera. Sviluppo di una breve ricerca storico-critica su uno specifico tema concordato.

BIBLIOGRAFIA. Per ogni unità didattica, vengono messe a disposizione degli studenti raccolte di riproduzioni di documenti scritti e iconografici.

D/G2490 Idraulica

Anno:periodo 3,4:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Gennaro Bianco (collab.: Alessandro Pezzoli (D), Pietro Cavallero (G))

Il corso, obbligatorio nel *curriculum* degli studi dell'ingegnere civile, si propone di fornire gli elementi fondamentali per il proporzionamento dei recipienti destinati a contenere fluidi e delle condotte e canali per il loro convogliamento. Partendo da una impostazione teorica, si perviene alle applicazioni pratiche con particolare riguardo a quelle tipiche dell'ingegneria civile.

REQUISITI. *Analisi matematica 1* e *2, Fisica 1, Meccanica razionale.*

PROGRAMMA

I fluidi: definizioni e proprietà fisiche generali. [2 ore]
Definizione di fluido. I fluidi come sistemi continui. Grandezze della meccanica dei fluidi e unità di misura. Densità e peso specifico. Comprimibilità. Tensione superficiale. Viscosità. Teorema *pi-greco*. Fluidi newtoniani e non newtoniani.

Idrostatica. [4 ore]
Sforzi interni nei fluidi in quiete. Pressione. Pressione nell'intorno di un punto. Le equazioni dell'idrostatica. Carico piezometrico. Piezometri. Manometri semplici, differenziali, metallici. Trasduttori di pressione. Spinta su superfici piane e curve. Galleggianti.

Cinematica dei fluidi. [2 ore]
Metodi di indagine lagrangiano ed euleriano. Velocità e accelerazione. Elementi caratteristici del moto. Tipi di movimento. Equazione di continuità.

Fondamenti della dinamica dei fluidi perfetti. [2 ore]
Fluido perfetto. Equazioni di Eulero. Teorema di Bernoulli. Interpretazione geometrica ed energetica. Estensione al caso di fluido in moto irrotazionale.

Foronomia. [4 ore]
Processi di efflusso: generalità. Luci a battente: studio dell'efflusso. Perdite di carico effettivo. Processi di moto vario: svuotamento di un serbatoio. Spinte dinamiche: ruota idraulica, turbina Pelton. Potenza di una corrente. Estensione del teorema di Bernoulli alle correnti.

Le equazioni del moto dei fluidi reali. [2 ore]
Le equazioni di Navier–Stokes. Scrittura adimensionale delle equazioni dei fluidi viscosi. Significato fisico del numero di Froude, del numero di Reynolds.

Moto laminare. [2 ore]
Esperienza di Reynolds. Distribuzione delle velocità e degli sforzi tangenziali: perdite. Dipendenza di i da Q e d.

Moto turbolento. [6 ore]
Instabilità del moto laminare e origine della turbolenza. Caratteristiche generali del moto turbolento; grandezze turbolente e valori medi. Sforzi tangenziali viscosi e turbolenti. Le ricerche di Nikuradse sul moto uniforme turbolento. Moto nei tubi lisci e scabri. Analisi dimensionale con l'uso del teorema *pi-greco*. Turbolenza di parete. Indice di resistenza e legame con le velocità medie, locali, massime e d'attrito. Strato limite turbolento. Formule di Prandtl, Nikuradse e Colebrook.

Moto uniforme turbolento nei tubi e canali. [2 ore]
Distribuzione radiale delle velocità nei tubi cilindrici. Sforzi tangenziali. Velocità nei tubi. Resistenza al moto. Formule per il calcolo della resistenza al moto. Il raggio idraulico e la forma della sezione. Distribuzione degli sforzi e delle velocità nei canali in condizioni di deflusso uniforme. Resistenza al moto nei canali.

Fenomeni localizzati nelle condotte e perdite di carico. [2 ore]
Brusco allargamento. Perdite di imbocco e di sbocco. Brusco restringimento. Convergenti e divergenti. Altri tipi di perdite.

Correnti in pressione in moto permanente. [4 ore]
Bilancio energetico nei condotti a pressione. Calcolo idraulico di una condotta. Tubazione collegante due serbatoi. Problemi relativi alle lunghe condotte. Nodi idraulici e reti di tubazioni. Problemi relativi all'altimetria delle condotte.

Correnti a pelo libero in moto uniforme, permanente e vario. [10 ore]
Generalità. Carico totale e carico specifico. L'energia specifica e le caratteristiche energetiche del moto: curve ad $H = cost$ ed a $Q = cost$. Moto uniforme nei canali: scala della portata. Alvei a debole e forte pendenza. Numero di Froude. Correnti lente e veloci (subcritiche e supercritiche). Correnti allo stato critico. Correnti gradualmente varie in moto permanente. Profili del pelo libero nei due casi di alveo a forte e debole pendenza. Risalto. Stramazzi. Esempi di tracciamento di profili di moto permanente. Calcolo dei profili di moto permanente. Moto vario nelle correnti a pelo libero, piccole perturbazioni.

Moto vario delle correnti in pressione. [4 ore]
Perturbazioni di colpo d'ariete nelle condotte. Aspetti generali del fenomeno in assenza di resistenza. Trattazione analitica secondo la teoria di Allievi. Equazioni concatenate. Manovre lente e brusche: calcolo del sovraccarico.

Moti di filtrazione. [2 ore]
Generalità. Legge di Darcy e suoi limiti di validità. Casi elementari di moto in falde freatiche e artesiane.

Misura della portata nei tubi e nei canali. [2 ore]
Metodologie e strumenti di misura.

Moto del materiale al fondo dei canali. [2 ore]
Generalità sul trasporto solido. Curva di Shields. Stabilità ed instabilità. Moto incipiente.

La modellistica fisica in idraulica. [2 ore]
Modelli a Froude e Reynolds costanti. Modelli simili di correnti a pelo libero. Cenni sui modelli distorti.

Onde in moto irrotazionale. [2 ore]
Posizione del problema. Celerità dell'onda. Onda al frangimento.

ESERCITAZIONI

1. Idrostatica: manometri, piezometri e loro applicazioni. [4 ore]
2. Spinte su superfici piane. Calcolo del modulo, linea d'azione, verso e calcolo delle coordinate del centro di spinta. [4 ore]
3. Calcolo delle spinte su superfici curve. Galleggianti: stabilità alla rotazione. [4 ore]
4. Applicazioni del teorema della quantità di moto. Moto laminare.
[3 ore + 1 di laboratorio]

5. Moto laminare e turbolento. Legge del moto. Calcolo delle perdite di carico. Uso del diagramma di Moody. Applicazioni al tubo liscio e scabro. [3 ore + 1 lab.]
6. Calcolo di progetto e verifica delle condotte. Tracciamenti delle linee del carico totale e piezometrico. [3 ore + 1 lab.]
7. Calcolo di progetto e verifica delle lunghe condotte. Calcolo prevalenza e potenza di una pompa di un impianto di sollevamento. [3 ore + 1 lab.]
8. Lunghe condotte in serie e parallelo. [3 ore + 1 lab.]
9. Presa da un lago. Analisi del carico specifico. Stramazzo Bélanger. Scala delle portate. Studio di un complesso di stramazzi. [3 ore + 1 lab.]
10. Moto uniforme nei canali. Determinazione delle y_u, y_c e tracciamento qualitativo dei profili di moto permanente. [3 ore + 1 lab.]
11. Moto permanente: tracciamento dei profili e calcolo dei profili. [3 ore + 1 lab.]
12. Colpo d'ariete: soluzione di un problema relativo ad una condotta di un impianto idroelettrico. [3 ore + 1 lab.]

Nota. Le visite in laboratorio saranno effettuate per gruppi di 10-15 allievi al massimo. Durante tali visite gli studenti potranno osservare i più importanti fenomeni idraulici riprodotti con apposite apparecchiature. Più in particolare osserveranno:
1. Esperienza di Reynolds: moto laminare e turbolento;
2. Sifone: condizioni di adescamento e deflusso;
3. Correnti a pelo libero lente, veloci, risalto idraulico, deflusso su stramazzo a larga soglia;
4. Deflusso da tubi addizionali;
5. Luce su fondo di un serbatoio: deflusso in condizioni di moto permanente e vario;
6. Esperienza sulla cavitazione;
7. Deflusso in lunghe condotte; linee di *c.t.* e *c.p.*, venturimetri, tubi Pitot.

BIBLIOGRAFIA

A. Ghetti, *Idraulica*, Cortina, Padova.
D. Citrini, G. Noseda, *Idraulica*, Casa Ed. Ambrosiana, Milano.

Il materiale didattico (copia degli acetati e copia dei testi degli esercizi) sarà distribuito nel corso delle lezioni.

ESAME

È prevista un'unica prova finale durante la quale lo studente dovrà mostrare ai membri della Commissione di aver acquisito e maturato gli argomenti fondamentali dell'idraulica trattati a lezione ed esercitazione; e ciò sia rispondendo a domande teoriche sia risolvendo qualitativamente semplici problemi ricorrenti nella pratica applicazione dell'Idraulica.

D5460 Tecnica delle costruzioni

Anno:periodo 3:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Luigi Goffi (collab.: Francesco Bellino, Giuseppe Manzone)

Il corso si propone di mettere lo studente in grado di procedere a dimensionamenti e Verifiche di sezioni di strutture in acciaio, cemento armato e cemento armato precompresso (con cenni alle strutture in legno), essenzialmente nell'ambito del metodo alle tensioni ammissibili, ma con richiami anche al metodo agli stati limite.
Le nozioni teoriche, provenienti dal corso di *Scienza delle costruzioni*, vengono opportunamente integrate in relazione alle problematiche dei singoli materiali e delle singole tipologie strutturali e vengono applicate nelle esercitazioni che prevedono la progettazione (con relazione di calcolo e disegni esecutivi) di strutture semplici in acciaio (capannone industriale), cemento armato (struttura di casa di civile abitazione) e cemento armato precompresso (trave prefabbricata).

REQUISITI. È necessaria la conoscenza della scienza delle costruzioni.

PROGRAMMA

1. Introduzione. [4 ore]
Schematizzazione strutturale. Analisi dei carichi agenti sulle strutture. Cenni sulle fondazioni. Caratteristiche dei materiali da costruzione.
Esercitazioni. [4 ore]
Introduzione al corso. Illustrazione delle normative sui carichi.

2. Le strutture metalliche. [16 ore]
Caratteristiche degli acciai da carpenteria. Elementi della struttura metallica. Proporzionamento degli elementi resistenti.
Problemi di stabilità delle strutture metalliche: problema classico euleriano; instabilità delle aste composte; instabilità all'imbozzamento delle travi a parete piena; instabilità laterale delle travi inflesse.
Collegamenti (chiodi, bulloni, saldature). La composizione strutturale. Appoggi e loro realizzazione. La normativa delle strutture metalliche (criterio delle tensioni ammissibili). Cenni sul calcolo agli stati limite (SL elastico) per le strutture metalliche.
Esercitazioni. [16 ore]
Illustrazione della prima esercitazione (capannone industriale in struttura metallica); distribuzione dei disegni di progetto, illustrazione dei calcoli; richiami alla normativa delle strutture metalliche; esame e correzione degli elaborati grafici e dei calcoli.

3. Le costruzioni in cemento armato. [16 ore]
Cenni storici. Nozioni fondamentali su cementi, malte, aggregati. Tecnologia del calcestruzzo. Le caratteristiche del calcestruzzo fresco (lavorabilità, etc.) ed indurito. Proprietà reologiche del calcestruzzo. I fondamenti basilari della teoria elastica del c.a. Proporzionamento e verifica di elementi strutturali in c a. La normativa del c.a. (tensioni ammissibili). Cenni sul calcolo agli stati limite. Le travi miste acciaio–calcestruzzo.
Esercitazioni. [16 ore]
Illustrazione della seconda esercitazione (strutture in c.a. di un edificio civile abitazione; distribuzione dei disegni di progetto. Indicazioni sull'*iter* progettuale, richiami specifici alla normativa delle strutture in c.a., esame e correzione degli elaborati grafici (disegni esecutivi della struttura) e dei calcoli.

4. Le costruzioni in cemento armato precompresso. [16 ore]
Il principio della precompressione. La tecnologia della precompressione: a cavi scorre-

voli o a fili aderenti. I criteri di calcolo: la teoria generale degli stati di coazione. Le cadute e le perdite di tensione. Le verifiche a fessurazione ed a rottura. Le strutture iperstatiche precompresse. Gli ancoraggi delle armature di precompressione. La normativa del precompresso.
Esercitazioni. [16 ore]
Ulteriori sviluppi e completamento della esercitazione della struttura in c.a.; illustrazione della esercitazione in c.a.p. (trave prefabbricata), correzione e consegna delle esercitazioni del corso.

5. *Cenni sulle strutture in legno.* [4 ore]
Cenni di tecnologia del legno. I criteri di proporzionamento delle strutture in legno. Cenni alle strutture in legno lamellare.
Esercitazioni. [4 ore]
Correzioni, chiarimenti e consegna delle esercitazioni.

BIBLIOGRAFIA
G. Oberti, L. Goffi, *Tecnica delle costruzioni*, Levrotto & Bella.
L. Goffi, P. Marro, *Appunti sul CAP*, CLUT.
Materiale distribuito in aula per le esercitazioni: disegni esecutivi modello per le esercitazioni delle strutture metalliche e c.a.

ESAME
La prova è orale e riguarda gli argomenti trattati a lezione e ad esercitazione durante il semestre. Per sostenere l'esame l'allievo deve aver consegnato, entro la fine del semestre, gli elaborati delle esercitazioni, le quali saranno corrette e classificate. L'esame può soffermarsi anche sugli elaborati delle esercitazioni che l'allievo è tenuto a portare con sé all'esame. Il voto di esame tiene anche conto del voto delle esercitazioni. Non vi sono particolari formalità o preiscrizioni per sostenere l'esame.

G5460 Tecnica delle costruzioni

Anno:periodo 3:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 60+60 (nell'intero periodo)
Docente: *da nominare*

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso è finalizzato all'applicazione concreta delle nozioni della *Scienza delle costruzioni* (che si presuppone conosciuta) per il dimensionamento di strutture in acciaio, conglomerato cementizio armato e precompresso, e legno, individuando per ogni materiale le problematiche specifiche. La trattazione procede in campo lineare con un cenno alle verifiche in campo non lineare.

PROGRAMMA
Nella parte introduttiva si procede alla schematizzazione strutturale ed all'analisi dei carichi agenti sulle costruzioni, con un cenno alle caratteristiche dei terreni e delle rocce relativamente al problema delle fondazioni.
Si procede poi al dimensionamento di elementi strutturali in acciaio, in conglomerato cementizio armato e precompresso in campo essenzialmente lineare nell'ambito delle tensioni ammissibili, con l'illustrazione sistematica della conseguente normativa.
Un cenno viene infine proposto per le costruzioni in legno.
Alle lezioni si affiancano le esercitazioni che sviluppano la progettazione (calcoli e disegni) di una struttura in acciaio (edificio industriale), in calcestruzzo armato (edificio residenziale) e precompresso (trave da ponte).

D2060 Fisica tecnica

Anno:periodo 3:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+4 (ore settimanali)
Docente: Cesare Boffa (collab.: Vincenzo Corrado, Paolo Oliaro)

Il corso considera le applicazioni di interesse per gli ingegneri civili nei settori della illuminotecnica (illuminazione naturale ed artificiale di esterni ed interni), acustica architettonica ed industriale, moto dei fluidi nei condotti (calcolo di portate, prevalenze e potenze di pompaggio in circuiti di impianti di riscaldamento e/o ventilazione, in gasdotti, oleodotti ed acquedotti, in impianti di ventilazione di gallerie autostradali), trasmissione del calore (calcolo del comportamento termico e dei consumi energetici degli edifici), termodinamica applicata (cicli diretti a gas e a vapore per la conversione di energia termica in energia meccanica, cicli inversi per la produzione del freddo cicli combinati e impianti di cogenerazione).
Vengono poi studiate le trasformazioni delle miscele di aria e vapor acqueo (aria umida) connesse al condizionamento dell'aria ed i relativi impianti di climatizzazione degli edifici.

REQUISITI. *Analisi matematica 1* e *2, Chimica, Fisica 1* e *2.*

PROGRAMMA

Illuminotecnica:
sistema energetico e sistema fotometrico;
curva di visibilità;
triangolo dei colori;
sorgenti naturali: caratteristiche della radiazione solare, calcoli dell'irraggiamento solare;
sorgenti artificiali: sorgenti a incandescenza, lampade a scarica nei gas, altri tipi di lampade;
apparecchi illuminanti: caratteristiche e criteri d'uso;
progetto di massima di un impianto di illuminazione artificiale per esterni.

Acustica architettonica:
meccanismo dell'udito, sensazioni auditive, audiogramma normale. Unità di misura acustiche: decibel e phon;
acustica ambientale: caratteristiche di assorbimento acustico e di attenuazione dei materiali, calcolo del tempo di riverberazione di un ambiente chiuso e scelta del valore ottimale in funzione dell'uso (sale per concerti, teatri, sale per conferenze, ecc.);
progetti di massima di interventi di acustica architettonica per il controllo dei livelli acustici negli ambienti e per l'ottenimento di condizioni di benessere acustico.

Moto dei fluidi:
calcolo di portate, prevalenze e potenze delle pompe di circolazione nel moto dei fluidi nei condotti, con particolare riguardo al moto dell'acqua o dell'aria nei circuiti degli impianti di riscaldamento e condizionamento degli edifici, negli acquedotti, nei gasdotti; progetti di massima di impianti di ventilazione per gallerie autostradali;
metodi di misura della portata di un fluido all'interno di un condotto.

Trasmissione del calore:
studio delle varie forme di trasmissione del calore: conduzione, convezione ed irraggiamento in regime stazionario;
calcolo del comportamento termico e dei consumi energetici di un edificio, anche alla luce dei decreti applicativi della legge 10/91;

elementi di architettura bioclimatica; criteri per la razionalizzazione dei consumi energetici in edilizia; scambiatori di calore.

Termodinamica:
studio dei cicli diretti a gas e vapore per la conversione dell'energia termica in energia meccanica;
calcoli di massima dell'inquinamento termico prodotto da centrali termoelettriche;
cicli inversi per la produzione di energia frigorifera, pompe di calore;
cicli combinati, impianti di cogenerazione;
studio delle trasformazioni delle miscele aria e vapor acqueo (aria umida) connesse al condizionamento dell'aria e dei relativi impianti di climatizzazione degli edifici.

ESERCITAZIONI
- Progetto di massima di un impianto di illuminazione per esterni;
- progetto di massima degli interventi per la realizzazione delle condizioni di benessere acustico in una sala per conferenze (scelta dei materiali di rivestimento della sala, progetto degli attenuatori acustici sui condotti dell'impianto di aerazione, scelta delle caratteristiche di attenuazione acustica della parete di separazione dalla centrale termica e delle pareti perimetrali della sala);
- progetto di massima dell'impianto di riscaldamento di un edificio di civile abitazione, anche in ottemperanza ai decreti applicativi della legge 10/91;
- progetto di massima di interventi di razionalizzazione dei consumi energetici negli edifici e di componenti di architettura bioclimatica.

BIBLIOGRAFIA
Testi di riferimento:
C. Boffa, P. Gregorio, *Elementi di fisica tecnica. Vol. 1* (in parte) *e 2*, Levrotto & Bella, 1976.
C. Boffa, M. Filippi, A. Tuberga, *Esercitazioni di fisica tecnica*, Levrotto & Bella, 1978.
Testi ausiliari:
A. Mazza, *Esercizi di fisica tecnica*, Levrotto & Bella, 1987.
F. Rubini, *Architettura bioclimatica*, Levrotto & Bella, 1994.

ESAME. L'esame comprende una prova scritta con esercizi e domande teoriche (durante la quale non sono consultabili appunti o libri di testo) ed una prova orale.

G1520 Economia ed estimo civile

Anno:periodo 3:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 60+60 (ore, nell'intero periodo)
Docente: William Marsero

Il corso ha lo scopo di fornire gli elementi utili alla valutazione del progetto e dell'opera civile o edilizia nello specifico mercato immobiliare e delle costruzioni. Vengono pertanto trattati alcuni concetti di economia generale ed approfonditi i procedimenti di stima, propri dell'estimo generale, ed i metodi di valutazione economica, propri della programmazione edilizia e territoriale.

REQUISITI. È auspicabile una buona conoscenza del progetto edilizio (civile) nelle diverse fasi di approfondimento (*Elementi di architettura tecnica, Architettura e composizione architettonica* per il corso Edili; *Architettura tecnica* per il corso Civili).

PROGRAMMA

1. Elementi di economia
comprendente concetti generali di economia ed analisi del sistema economico:
Tecniche economiche e di valutazione.
Il mercato con particolare attenzione all'industria delle costruzioni in Italia ed in Europa.
L'impresa come sistema economico e le sue interrelazioni.

2. Estimo generale
comprendente i principi generali dell'estimo ed i metodi di stima diretti e derivati:
Analisi del valore di mercato con il procedimento sintetico e analitico.
Stima dei costi con particolare riferimento ai costi di costruzione nell'edilizia e relativi aspetti normativi e progettuali.
Stima del valore complementare.
Stima del valore di trasformazione.
Stima del valore di surrogazione.
Stima del valore di degrado, etc.

3. Tecniche di analisi e valutazione
Analisi del valore in edilizia.
Analisi costi – benefici.
Analisi multicriteri.
Valutazione dell'impatto ambientale e criteri di valutazione della qualità.

4. Estimo legale
Formazione e gestione del Catasto Terreni ed Urbano.
Le leggi e i criteri di valutazione sull'indennità d'esproprio sull'esproprio.
Il regime delle locazioni.
Le garanzie, la stima dei danni e i contratti assicurativi.
Le procedure nei LLPP.
Il ruolo del Consulente Tecnico di Ufficio e dei periti di parte.

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni si sviluppano su quattro argomenti compresi negli ambiti del programma. In particolare è prevista:
L'analisi di un fatto economico d'attualità dedotto dalla lettura dei quotidiani specializzati.
Il Computo Metrico Estimativo di un'opera semplice e sua trasformazione da computo metrico merceologico a computo metrico funzionale.
L'applicazione dell'estimo ad un esempio di pratica estimativa in cui è possibile a scelta
- sviluppare una stima,
- sviluppare l'analisi del valore per l'opera analizzata nel computo metrico,
- sviluppare un procedimento di valutazione complessa (studi di fattibilità, di VIA, analisi multicriteri, etc.).

La schedatura di un testo di particolare attualità relativo agli argomenti in programma.
È inoltre possibile l'organizzazione di un viaggio studio al fine di analizzare l'attività dell'industria delle costruzioni in Italia e all'estero.

BIBLIOGRAFIA
Il corso non ha un testo proprio in quanto la materia è in continua evoluzione. Sono in preparazione alcune dispense essenziali. Per l'estimo generale si consigliano i seguenti testi ausiliari:
Guido Dandri, *Elementi di economia della progettazione edilizia*, Ed. Preprint, Genova.
Maurizio Grillenzon, Giovanni Grittani, *Estimo : teorie, procedure di valutazione e casi applicativi*, Calderini, Bologna.
L. Fabbri, *Principi di estimo civile e urbano*, Ed. Medicea, Firenze.
A. Realfonso, *Teoria dell'estimo civile e urbano*, Nuova Italia Scientifica, Firenze.

ESAME
La materia d'esame corrisponde interamente al programma svolto a lezione ed approfondito ad esercitazione. L'esame si svolge, salvo casi eccezionali, in una sola prova orale dove vengono discussi gli elaborati prodotti durante le esercitazioni e vengono poste almeno tre domande teoriche sul programma con riferimento al mondo economico per una durata di circa 30 minuti. Il punteggio è valutato su un giudizio complessivo che tiene conto sia del lavoro svolto nelle esercitazioni, sia delle prova orale.

G0311 Architettura e composizione architettonica 1

Anno:periodo 3:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+6 (ore settimanali); 48+72 (nell'intero periodo)
Docente: *da nominare*

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso è diretto a sviluppare la metodologia e le conoscenze di base per la progettazione edilizia. Finalità principale del corso è di avviare al conseguimento delle abilità selettive e sintetiche necessarie per l'invenzione formale nella progettistica architettonica, fondata sull'integrazione interdisciplinare di strutturazioni impiantistiche, statico costruttive, distributive.

REQUISITI. *Disegno edile, Architettura tecnica.*

PROGRAMMA
Le lezioni sono dirette a focalizzare gli aspetti ed i problemi fondamentali attinenti all'architettura come tecnica e come arte; tali aspetti attengono in particolare ai seguenti argomenti:
1. la metodologia progettuale ed architettonica;
2. l'evoluzione formale nelle principali tecniche costruttive in relazione alle intuizioni di comportamenti attivo-meccanici, igroscopici, termici, chimici ed a esigenze funzionali d'uso;
3. l'inserimento nei fabbricati di particolari impianti tecnici secondo le esigenze di sicurezza, d'igiene d'uso del fabbricato;
4. la progettazione esecutiva e l'organizzazione cantieristica e di produzione industriale determinanti particolari ideazioni architettoniche
5. argomenti monografici di informazione e di approfondimento per integrazione culturale e per puntuale aggiornamento con l'evoluzione tecnica.

BIBLIOGRAFIA
Il materiale didattico viene messo a disposizione degli allievi attraverso una documentazione specifica, radunata in tavole o in cataloghi specializzati, annualmente aggiornati, distribuita per schedature antologiche complete di riferimenti bibliografici.

D1790 Elettrotecnica

Anno:periodo 4:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 60+60+4 (nell'intero periodo)
Docente: Michele Tartaglia

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso intende descrivere allo studente le principali metodologie per l'analisi di reti di bipoli lineari a regime stazionario ed a regime alternato sinusoidale, il funzionamento delle macchine elettriche più diffuse, la struttura ed i componenti degli impianti elettrici a livello introduttivo ma non solo qualitativo.
Il corso consta di lezioni, esercitazioni di calcolo ed una visita finale in laboratorio.

REQUISITI. *Fisica 2.*

PROGRAMMA
Il corso si articola in tre parti.
Nella prima parte si forniscono i metodi di analisi delle reti elettriche di bipoli lineari, sia a livello teorico che di calcolo per il regime stazionario e sinusoidale.
Nella seconda parte vengono analizzate le macchine elettriche più diffuse, ed in particolare il trasformatore, la macchina asincrona e la macchina sincrona con riferimento alla struttura della macchina, al principio di funzionamento e al circuito elettrico equivalente nelle condizioni di funzionamento più frequenti.
Per quanto concerne gli impianti elettrici si descrivono i procedimenti più diffusi di generazione e trasporto dell'energia elettrica.
Si esamina il problema della manovra e protezione degli impianti presentando e descrivendo gli apparecchi più comuni. Si analizza, anche quantitativamente, la protezione contro le sovracorrenti.
Si descrivono infine i pericoli connessi con la corrente elettrica ed i metodi di protezione contro i contatti diretti e indiretti.

BIBLIOGRAFIA
P.P. Civalleri, *Elettrotecnica*, Levrotto & Bella, Torino.

G5200 Storia dell'architettura

Anno:periodo 4:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 92+20 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Micaela Viglino Davico (collab.: Guido Montanari)

Il corso intende fornire gli strumenti di base per un approccio alla storia dell'architettura contemporanea nel periodo che va dalla fine del sec. XVIII ai nostri giorni.
L'interesse didattico sarà incentrato sull'analisi dei fenomeni architettonici e urbani nel loro contesto culturale, sociale ed economico. Sarà inoltre condotto un esame critico delle diverse scuole di interpretazione storiografica. Tale studio si avvarrà di un continuo confronto tra la visione teorica e gli esiti concreti individuando manufatti architettonici e trasformazioni urbane in contesti locali che siano rappresentativi di movimenti storici o di tendenze in atto.

PROGRAMMA

1. Introduzione al corso di *Storia dell'architettura (contemporanea).* Fonti e metodi della ricerca storica. Alcuni problemi di interpretazione storiografica. Bibliografia e analisi dei testi. [4 ore]

2. Aspetti del Neoclassicismo, 1750-1900.
Periodizzazione. Riscoperta del mondo classico nel Settecento. Classico e romantico, il "sublime". Piranesi. Palladianesimo. Schinkel. Riprese in epoca moderna (Germania, Russia, Italia).
Gli "architetti rivoluzionari" francesi: Boullée e Ledoux. [6 ore]

3. Storicismo, eclettismo, *revival*: definizioni, problemi storiografici.
Eclettismo: caratteri generali. Quadro internazionale, autori e opere principali.
Nuove tipologie architettoniche.
Eclettismo in Italia. Il dibattito sullo "stile" nell'Italia postunitaria. Cattaneo, Selvatico, Boito. Il problema del restauro. Esempi: Milano (la Galleria), Roma (il Vittoriano), Padova (il caffè Pedrocchi). Torino: preparazione visita di istruzione. [6 ore]

4. Ruskin e Morris. Critica alla macchina. Rapporto arte – industria. "Arts and Crafts". "Deutscher Werkbund". Nuovi materiali.
Art nouveau: caratteri generali.
Scozia: Mackintosh e la scuola di Glasgow.
Belgio: Horta, Van de Velde. Francia: Guimard.
Spagna: il modernismo catalano. Gaudì e Domenech y Montaner.
Germania: Secessione viennese. Wagner, Olbrich, Hoffman, 1886-1912.
Il Modernismo in Italia e a Torino: dalla Esposizione del 1902 a quella del 1911. [18 ore]

5. "Scuola" di Chicago e situazione nordamericana. Problema della case alte. Riflessi del dibattito in Europa. Adler, Sullivan, Richardson. [2 ore]

6. "Protorazionalismo": architetture tra avanguardia e classicismo. Garnier. Perret. Loos. Behrens. [2 ore]

7. Avanguardie artistiche. Premesse storico sociali.
Espressionismo in Germania ed in Europa, 1910-1925.
Russia: costruttivismo.
Olanda: "De Stijl".
Italia: futurismo e secondo futurismo. [10 ore]

8. Francia: *l'esprit nouveau*. Le Corbusier: formazione, opere (1923-1946). Opere della maturità. [6 ore]

9. "Neue Sachlichkeit". Edilizia popolare: Germania, Olanda, Austria. *Existenzminimum*. Il dibattito internazionale, le esposizioni, i CIAM 1929-1937. [4 ore]

10. Gropius, scritti e opere. Il rapporto arte – industria e il problema didattico: Bauhaus. [4 ore]

11. Architettura in Italia tra le due guerre: problemi della critica storiografica, periodizzazione, opere e autori attraverso il dibattito del tempo. Le "opere del regime": il caso di Torino e del Piemonte. [2 ore]

12. Mies Van Der Rohe: dalla formazione razionalista alla "monumentalizzazione della tecnica". [2 ore]

13. Architettura organica: caratteri generali, problemi terminologici e storiografici.
F.L. Wright: formazione, prime opere, il "mito della prateria". L'influenza in Europa.
Wright tra razionalismo ed elaborazione di una nuova architettura: opere della maturità e scritti. [6 ore]

14. Alvar Aalto: formazione, prime opere, il recupero della tradizione popolare e nazionale, l'influenza razionalista. L'elaborazione di una nuova architettura. Opere nel contesto finlandese. [4 ore]

15. La fine delle avanguardie: i concorsi internazionali. Attività degli ultimi CIAM, crisi del Movimento moderno. Dalla crisi dei CIAM al "Team X". I problemi della ricostruzione in Europa.
"Post moderno": definizione, dibattito storiografico, principali opere e autori. [6 ore]

16. Buckminster Fuller, Philip Johnson e Louis Kahn, 1934-1964.
Oscar Niemeyer e Brasilia.
Nuovo Brutalismo, High Tech. J. Stirling. [6 ore]

17. Architetti contemporanei in Italia e a Torino: un primo bilancio. [4 ore]

ESERCITAZIONI
1. Torino: Eclettismo e Modernismo. Via Cernaia, via Pietro Micca, zona ex cittadella. Modernismo: Villa Fenoglio La Fleur, corso Francia, via Cibrario. [Visita di istruzione: 4 ore]
2. Ivrea: dal razionalismo degli architetti di Olivetti alle opere contemporanee. [Visita di istruzione: 4 ore]
3. Le tendenze dell'architettura contemporanea e le recenti trasformazioni urbane in un campione da scegliersi (Milano, Genova, Lugano, ecc.). [Visita di istruzione: 12 ore]

BILBIOGRAFIA
B. Zevi, *Storia dell'architettura moderna*, Einaudi, Torino, 1993 (1. ed. 1950).
K. Frampton, *Storia dell'architettura moderna*, Zanichelli, Bologna, 1993 (ed. orig. Londra, 1980).
Approfondimenti sono richiesti attraverso voci specifiche in
P. Portoghesi (cur.), *Dizionario Enciclopedico di Architettura e Urbanistica*, Roma, 1968.

ESAME
È prevista a metà periodo didattico una prova scritta il cui superamento comporta l'esonero per l'esame finale, dei temi della prima parte del corso: neoclassicismo ed eclettismo (gruppi di lezioni 1-3). La prova, della durata di 2 ore, si articolerà in domande sui contenuti trattati a lezione e/o sulla individuazione attraverso l'esame di materiale iconografico dei caratteri formali e tipologici principali di architetture da inquadrare nel loro contesto culturale e sociale. Non sono consultabili appunti o libri di testo.
L'esame finale consisterà in una prova orale (durata di circa 30-45 minuti) basata su circa due domande (almeno tre per chi non supera o non sostiene l'esonero) riguardanti i temi trattati a lezione con riferimento ai testi consigliati ed alle visite di istruzione effettuate.
Il punteggio è basato su un giudizio complessivo che tiene conto della partecipazione attiva alle lezioni ed alle esercitazioni e degli esiti dell'eventuale esonero, dando prevalente importanza alla acquisita capacità di lettura critica dei testi, dei manufatti e dei movimenti culturali che li determinano piuttosto che all'apprendimento meramente mnemonico di nozioni.

G6090 Urbanistica

Anno:periodo 4:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 52+52 (nell'intero periodo)
Docente: Franco Mellano

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso si propone di esaminare, sotto il profilo interdisciplinare, il panorama delle componenti culturali e tecniche che convergono nell'urbanistica. Tra queste vengono approfondite le tematiche storiche, di legislazione, di economia urbana, di strumentazione urbanistica e di composizione. All'interno di tale struttura vengono inoltre sviluppati temi di settore quali il centro storico, la politica della casa, il sistema delle infrastrutture primarie e secondarie.
Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, visite *in loco*.

REQUISITI. *Architettura tecnica.*

PROGRAMMA
Il corso è organizzato essenzialmente in lezioni e esercitazioni. Le lezioni trattano i temi generali, mentre le esercitazioni sviluppano, sotto il profilo progettuale, il piano esecutivo in aree dell'area metropolitana di Torino.
Le esercitazioni sono integrate da un lavoro di schedatura antologica necessaria per il completamento del panorama informativo e dalla lettura di un libro per l'approfondimento di settore.
Le capacità di progettazione maturate dagli allievi sono verificate durante l'anno tramite *extempora* di allenamento a valutazione specifica.
L'esame è organizzato con una prova orale e una scritta.

ESERCITAZIONI
Sono organizzate su un tema progettuale "lungo" e su *extempora* di durata giornaliera.

BIBLIOGRAFIA. Esistono dispense del docente che coprono circa 1/3 del programma. Durante il corso vengono proposti testi per ogni argomento.

G2340 Geotecnica

Anno:periodo 4:2
Docente: Claudio Scavia (collab.: Anna Maria Ferrero)

Il corso si propone di fornire gli elementi di base della meccanica dei terreni e delle rocce. Vengono quindi presentati alcuni metodi per il dimensionamento delle opere di sostegno e delle fondazioni di comune utilizzo nel campo dell'ingegneria edile con riferimento alla normativa nazionale. In particolare, sulla base dell'interazione terreno – struttura, si intendono fornire i criteri per la valutazione della stabilità degli edifici, e per il loro consolidamento. Le esercitazioni sono rivolte all'applicazione della teoria e alla redazione di progetti geotecnici.

PROGRAMMA

1. *Introduzione al corso.* [2 ore]
   Tecnica progettuale in ingegneria geotecnica.
2. *Caratteristiche e classificazioni di rocce e terreni.* [2 ore]
   Analisi granulometrica. Limiti di Atterberg. Sistemi di classificazione.
3. *Il terreno come mezzo multifase.* [4 ore]
   Principio degli sforzi efficaci. Capillarità. Pressioni idrostatiche, tensioni totali, tensioni efficaci nel terreno. Terreni normal-consolidati e sovraconsolidati.
4. *Moti di filtrazione in regime stazionario.* [2 ore]
   Forme di energia, legge di Darcy. Gradiente idraulico critico.
5. *Moti di filtrazione in regime transitorio.* [4 ore]
   Condizioni drenate e non drenate. Consolidazione monodimensionale. Prova edometrica.
6. *Richiami di meccanica del continuo e leggi costitutive.* [4 ore]
   Il tensore degli sforzi e delle deformazioni. Elasticità lineare e non lineare.
7. *Caratteristiche di resistenza al taglio di materiali non coesivi.* [4 ore]
   Il fenomeno della dilatanza. Condizioni di picco, critiche e residue. Influenza dello stato di addensamento e della pressione media efficace. Determinazione dei parametri mediante prove *in situ*.
8. *Caratteristiche di resistenza al taglio di materiali coesivi.* [8 ore]
   Argille normal-consolidate. Argille preconsolidate. Parametri delle tensioni interstiziali. Resistenza non drenata in termini di tensioni totali. Determinazione dei parametri, prove *in situ* ed in laboratorio.
9. *Descrizione degli ammassi rocciosi.* [8 ore]
   Discontinuità e materiale roccioso. Descrizione quantitativa delle discontinuità naturali. Caratteristiche di resistenza al taglio delle discontinuità naturali.
10. *Il materiale roccioso.* [4 ore]
    Comportamento in compressione uni- e triassiale. Caratteristiche di deformabilità e resistenza.
11. *Le verifiche di sicurezza.* [3 ore]
    Metodo dell'equilibrio limite globale. Stati di equilibrio limite attivo e passivo.
12. *Opere di sostegno.* [6 ore]
    Opere di sostegno rigide e flessibili. Determinazione della spinta del terreno. Spinte dovute all'acqua e ai sovraccarichi. Verifiche di stabilità delle opere di sostegno rigide; normativa nazionale.
13. *Opere di rinforzo.* [3 ore]
    Tipologie di bulloni, tiranti e chiodi. Criteri di calcolo per rinforzi di tipo attivo e passivo.
14. *Fondazioni.* [8 ore]
    Tipologie di fondazione. Fondazioni superficiali: meccanismi di rottura. La solu-

zione di Terzaghi. La formula generale di Brinch–Hansen. Cedimenti ammissibili delle fondazioni superficiali: approccio elastico. Cedimenti su terreni coesivi e non coesivi.

15. *Criteri di valutazione della stabilità degli edifici e di consolidamento delle opere di fondazione.* [4 ore]
Problematiche relative ad edifici di interesse storico. Analisi di casi reali.

ESERCITAZIONI

Interpretazione di risultati di laboratorio per la classificazione dei terreni. [4 ore]
Interpretazione di risultatiti di prove edometriche. [4 ore]
Stati di tensione e di deformazione. [3 ore]
Percorsi di sollecitazione: rappresentazioni grafiche. [3 ore]
Trattamento ed interpretazione di dati di discontinuità ottenuti lungo stendimenti. [6 ore]
Interpretazione di prove di taglio in laboratorio su discontinuità naturali. [2 ore]
Interpretazione di prove di compressione uni- e triassiale. [3 ore]
Introduzione e visita ai laboratori. [4 ore]
Verifiche di stabilità di pendii in roccia. [2 ore]
Verifiche di stabilità di pendii in terra. [4 ore]
Verifica di muro di sostegno. [3 ore]
Dimensionamento di fondazione superficiale. [4 ore]

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:
R. Lancellotta, *Geotecnica*, Zanichelli, 1993.
Testi ausiliari:
T.W. Lambe, *Soil mechanics*, Wiley, 1969.
R. Goodman, *Introduction to rock mechanics*, Wiley, 1989.
C. Cestelli Guidi, *Geotecnica e tecnica delle fondazioni*, Hoepli, 1987.

ESAME

La materia di esame corrisponde interamente al programma svolto a lezione e richiede la conoscenza operativa dei casi progettuali e di verifica affrontati ad esercitazione. L'esame si svolge in due fasi: una scritta ed una orale. Il punteggio è valutato su un giudizio complessivo che tiene conto della qualità delle esercitazioni svolte dallo studente durante il corso.

D0330 Architettura tecnica

Anno:periodo 4:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 52+52 (nell'intero periodo)
Docente: Vincenzo Borasi

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Finalità del corso:
1. far conoscere (con le lezioni) agli allievi i metodi tradizionali e innovativi di corretta impostazione e di sicura gestione dei progetti edilizi per opere di ingegneria civile, richiamando – e quindi dando per già acquisiti – i criteri di analisi, di valutazione e di calcolo e i conteggi specialistici sviluppati dalle altre discipline di ingegneria;
2. allenare gli allievi alla ricerca (in laboratorio) delle informazioni di analisi preliminari alle scelte e alle decisioni progettuali e alla loro sintesi;
3. far esercitare gli allievi in alcune simulazioni di concreti casi professionali (esercitazioni), differenziati a seconda del loro piano degli studi.

PROGRAMMA
Le competenze professionali richieste a un ingegnere civile, oggi.
Le opere in ingegneria civile – e quelle di ingegneria edile.
Le varie strutture da concretizzare in ogni progetto di ingegneria civile.
Principi di estetica applicati alle opere di ingegneria civile: il loro inserimento nell'ambiente.
Principi di economia applicati alle opere di ingegneria civile: i loro "veri" prezzi.
I progetti morfologici e i progetti prestazionali, in edilizia.
Il comportamento in servizio dei materiali per l'edilizia, quelli antichi e quelli nuovi.
Nuove costruzioni e riusi di vecchie: i relativi progetti e cantieri nei casi delle opere di ingegneria civile.
Le formule di architettura tecnica per impermeabilizzazioni, protezioni, rivestimenti, pavimentazioni, ancoraggi, adesioni ecc., in opere di ingegneria civile.
La normativa che riguardi anche il settore dell'ingegneria civile.

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni sono dirette a sviluppare graficamente 8 raccolte ragionate di particolari costruttivi corretti adottati in altrettanti settori dell'ingegneria civile (p.es. giunti, giochi, connessioni, supporti, aggrappi, ancoraggi in generale; impermeabilizzazioni di costruzioni interrate; impermeabilizzazioni di fondazioni; impermeabilizzazioni di ponti e di coperture, carrabili e non; impermeabilizzazioni di discariche di rifiuti, laghetti artificiali, canali ecc.; strati di protezione o di rivestimento; pareti resistenti a spinte orizzontali; predisposizioni edilizie murarie antincendio; ecc.), scelti da ogni allievo come specializzazione professionale coerente con l'orientamento del suo piano degli studi. Sono richieste anche 6 schede di documentazione attenta a opere esemplari di ingegneria civile.

LABORATORI
I laboratori costituiscono per l'allievo libere occasioni per recepire offerte antologiche di documentazione pratica sulla storia di applicazioni tecnologiche in cantieri di ingegneria civile, dal passato a oggi. Esse sono articolate per aree di specializzazione tematica conformi ai piani degli studi degli allievi, cioè secondo gli orientamenti idraulico, geotecnico, trasporti, strutture.

BIBLIOGRAFIA
Norme UNI, Selezione 10, UNI, Milano, 1993;
Corso di tecnologia delle costruzioni, SEI, Torino, 1993 (v. 1, t. 1; v. 2, t. 1).

D/G1000 Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti

Anno:periodo 4,5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Carlo De Palma (collab.: Gianfranco Capiluppi, Alberto Vivaldi, Ezio Santagata)

Il corso è suddiviso in tre parti; la prima relativa alla progettazione stradale e ferroviaria; la seconda al dimensionamento e alla costruzione del corpo stradale e ferroviario; la terza relativa alla progettazione di elementi aeroportuale. Scopo principale del corso è fornire gli elementi necessari per la progettazione geometrica e per il dimensionamento del corpo stradale.

PROGRAMMA

1. Interrelazione tra strada e veicolo. [4 ore]
Il veicolo stradale: descrizione e tipologie. Resistenza al moto ed equazione della trazione. Aderenza ed equilibrio ruote motrici e trainate. Distanza di visibilità per l'arresto e per il sorpasso. Percettività dello spazio stradale.

2. Andamento planimetrico e altimetrico dell'asse stradale. [8 ore]
Velocità di progetto. Tracciato orizzontale. Equilibrio del veicolo in curva. Visibilità in curva; visibilità dell'asse stradale. Visibilità per l'arresto e per il sorpasso. Clotoide come elemento di tracciato stradale. Andamento altimetrico dell'asse stradale. Raccordi verticali. Coordinamento tra tracciato orizzontale e profilo longitudinale.

3. Sezione trasversale stradale e intersezioni. [8 ore]
Piattaforma stradale in rettifilo. Sezioni stradali particolari: in galleria, in sottovia, sui ponti, in curva. Sezioni trasversali delle strade urbane. Intersezioni a raso; tipologia, problemi di visibilità. Elementi delle intersezioni a raso. Intersezioni a livelli sfalsati, tipologie. Progetto della sezione stradale. Concetto di capacità e livello di servizio. I livelli di servizio delle autostrade e delle strade a carreggiata unica, con due o più corsie.

4. La sede ferroviaria. [3 ore]
Piattaforma, scudatura, massicciata (*ballast*). Il binario: traverse, rotaie, giunzioni e attacchi. Andamento plano-altimetrico e sezioni della sede ferroviaria. Tracciato orizzontale. Equilibrio del veicolo in curva. Le pendenze delle livellette. I raccordi planimetrici ed altimetrici.

5. Il terreno come materiale da costruzione. [8 ore]
Il terreno e le sue caratteristiche generali: il binomio acqua–suolo, capillarità, pressione effettiva e pressione neutra. Le caratteristiche fisiche della terra: massa volumica porosità e indice dei vuoti, permeabilità, granulometria. La misura della suscettività delle terre all'acqua: i limiti di Atterberg. La resistenza al taglio delle terre. La classificazione HRB. Il costipamento di una terra. Le prove di costipamento normalizzate (ASTM, CNR ecc.). La misura della densità del terreno in sito. Macchine per compattare il terreno.

6. La costruzione del corpo stradale e ferroviario. [5 ore]
La sovrastruttura e la sottostruttura: tipologia e materiali e materiali impiegati. Le prove di accettazione dei materiali. Preparazione dei piani di posa e costruzione dei rilevati. La realizzazione della fondazione e le prove di verifica. Instabilità riguardanti il corpo stradale ed opere relative. Le cause di instabilità e opere per prevenire e sanare fenomeni di instabilità.

7. Pavimentazioni stradali. [16 ore]
Tipologia e materiali costituenti.

Pavimentazioni flessibili e semi-rigide. Prove di accettazione dei materiali e di verifica della lavorazione. Calcolo delle tensioni e deformazioni in un sistema multi strato: metodi basati sugli elementi finiti; metodo di Boussinesq–Odermark. Calcolo a fatica delle pavimentazioni flessibili e semi-rigide: leggi di fatica relative ai conglomerati bituminosi e terreni, che legano le tensioni e deformazioni unitarie alla durata; metodo *"AASHO interim guide"*.
Pavimentazioni rigide. Pavimentazioni armate e non armate con giunti, pavimentazioni continue senza giunti. I giunti e la loro funzione. Sollecitazioni di origine termica dovute a variazioni uniforme di temperatura od a gradiente lineare. Il calcolo delle tensioni dovute ai carichi mobili. Il calcolo a fatica delle pavimentazioni rigide.

8. Aeroporti. [6 ore]
Requisiti di un'area aeroportuale e classificazione degli aeroporti. Principali caratteristiche degli aeromobili civili. Le manovre per il decollo e l'atterraggio. Le distanze dichiarate per le piste di volo. Caratteristiche delle piste di volo: andamento altimetrico e sezioni trasversali. Caratteristiche delle piste di rullaggio e delle bretelle di collegamento con le piste di volo. Orientamento e numero delle piste di un aeroporto. I piazzali di stazionamento. Le pavimentazioni e criteri di valutazione per l'agibilità delle piste: Il metodo ACN–PCN

ESERCITAZIONI
1. Progetto di un tronco stradale. [20 ore]
Tracciolino di primo tentativo, la poligonale d'asse, la planimetria. Profilo longitudinale, raccordo altimetrico, livellette. Studio delle sezioni: sezioni tipo, quaderno delle sezioni. Calcolo dei volumi col metodo delle sezioni ragguagliate.
2. Progetto di svincolo autostradale. [12 ore]
I raccordi progressivi in un tracciato stradale: la clotoide come curva di raccordo; gli aspetti normativi e il procedimento operativo. Elementi compositivi, modalità di progetto, calcolo e tracciato delle piste di accelerazione e decelerazione; asse e planimetria delle vie di svincolo.
3. Muri di sostegno delle terre. [4 ore]
Tipologia, criteri di calcolo e di verifica.
4. Progetto architettonico di un sovrapasso stradale. [4 ore]
Elementi compositivi, particolari costruttivi.
5. Pavimentazione flessibile. [4 ore]
Calcolo a fatica col metodo *AASHO interim guide.* Calcolo della freccia in superficie di un sistema multistrato soggetto ad un carico uniforme, distribuito su una superficie circolare.

BIBLIOGRAFIA
Parte del materiale didattico verrà distribuito nel corso delle lezioni.
G. Tesoriere, *Strade, ferrovie, aeroporti. Vol. 1-3*, UTET, Torino, 1990-93.
P. Ferrari e F. Giannini, *Ingegneria stradale. Vol. 1, Geometria e progetto di strade. Vol. 2, Corpo stradale e pavimentazione*, ISEDI, Milano, 1991.
J. Eisenmann, *Betonfahrbahnen*, Ernst, Berlin, 1979.
R. Horonjeff, *Planning and design of airports*, McGraw-Hill, New York, 1975.
Aerodrome design manual (Doc 9157 - AN/901), 2nd ed., ICAO, Toronto.

ESAME
I temi svolti in esercitazione sono oggetto di verifica sia durante l'anno che in sede di esame finale. È prevista una prova orale che consiste in una serie di domande riguardanti sia gli argomenti trattati a lezione, che ad esercitazione. Il voto finale dipende principalmente dall'esito dell'esame orale. Hanno peso limitato anche gli elaborati realizzati nelle esercitazioni.

G4210 Progettazione integrale

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Pier Giovanni Bardelli

Il corso ha lo scopo di fornire un metodo di preparazione alla progettazione che preveda, il sistematico utilizzo degli apporti interdisciplinari, le reiterazioni delle varie fasi con un approfondimento che giunga alle fasi di massimo dettaglio ed alla scelta dei materiali più opportuni per dare l'opera compiuta in ottica di controllo della qualità e della manutenibilità futura.

REQUISITI
Architettura tecnica, tutti i corsi di progettazione, *Tecnologia dei materiali*.

PROGRAMMA

L'importanza della conoscenza delle tecnologie più appropriate nella produzione edilizia, l'ottenimento delle qualità del prodotto tradizionale e industrializzato.

Il progetto come sistema complesso. L'interazione del progetto con altri sistemi complessi. I criteri per affrontare la gestione del progetto come sistema complesso.

L'importanza della conoscenza delle tecnologie più appropriate per ottenere la qualità del prodotto nell'edilizia tradizionale ed in quella industrializzata.

La ricomposizione in fasi del processo costruttivo e la programmazione delle stesse come verifica della messa a punto della progettazione.

L'approfondimento sino alla scala di massimo dettaglio quale mezzo per la risoluzione della complessità del progetto.

I passaggi in sequenza ordinata e verificata per giungere ad una buona conoscenza del costruito quale fonte di informazione per le scelte di progetto e di costruzione dell'oggetto edilizio.

I dettagli costruttivi quali proposte per la soluzione dei problemi di progetto e di corretto comportamento nel tempo del manufatto. Loro organizzabilità per famiglie con caratteristiche di accessibilità, ispezionabilità, rinvenibilità, manutenibilità.
Analisi di casi di studio relativi all'approfondimento progettuale.
Analisi di casi di studio relativi all'analisi del comportamento in servizio di materiali, manufatti, componenti, subsistemi.
Analisi di casi di studio relativi a soluzioni progettuali particolarmente significative, italiane e straniere, viste in modo approfondito.

ESERCITAZIONI
L'avanzamento delle lezioni è cadenzato con il progredire delle esercitazioni. Le esercitazioni prevedono la progettazione di un edificio secondo i criteri della progettazione integrale, per un totale di tavole che può variare tra 30 e 40.
Il corso prevede la visita guidata ad un cantiere o ad un edificio peculiare per i criteri di progettazione.

BIBLIOGRAFIA
P.G. Bardelli, *Razionalizzazione del processo edilizio ed evoluzione della progettazione con particolare attenzione alla scala di dettaglio*, Torino, Levrotto & Bella, 1984.

C. Molinari, *Formazione per il progetto, progetto della formazione : metodi, tecniche e nuovi operatori per una gestione innovativa dell'attività progettuale*, Milano, 1994.

ESAME.
L'esame prevede: illustrazione mediante uno scritto di uno degli argomenti trattati nel corso e ciò, vista la notevolissima estensione della progettazione nel corso delle esercitazioni, e l'interrogazione orale che fa anche riferimento agli elaborati di esercitazione.

G4480 Recupero e conservazione degli edifici

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Pier Giovanni Bardelli

Il corso ha lo scopo di fornire gli elementi di cultura e tecnica del restauro e di cultura del costruito finalizzati alla progettazione per il recupero di edifici antichi e moderni. Il corso spazia dai metodi di anamnesi per la conoscenza dell'esistente sino alla progettazione di massimo dettaglio, attraverso le varie fasi dello sviluppo progettuale, nel rispetto delle peculiarità dell'edificio.

REQUISITI
Storia dell'architettura e dell'urbanistica, Storia dell'architettura, Progettazione integrale, Metodologie di rilevamento per la conservazione del patrimonio edilizio.

PROGRAMMA

Brevi cenni alla evoluzione della teoria del restauro nei secoli XIX e XX.
Brevi cenni alla storia del restauro.
La conoscenza dei principi per l'intervento sull'esistente rintracciabili attraverso l'analisi delle cosiddette "Carte del restauro" e dell'attività dell'Istituto Centrale per il Restauro.
La conoscenza della normativa specifica, in particolare delle leggi n. 1089, n. 1497, n. 431 e dei relativi regolamenti di attuazione.
Riferimenti alle teorie dei sistemi complessi ed ai principi della progettazione integrale, con particolare riguardo all'applicazione al progetto per l'esistente considerato anch'esso per le sue caratteristiche di complessità.
Presentazione di particolari ausili al rilevamento architettonico legato all'utilizzo della tecnica fotografica e fotogrammetrica.
La conoscenza delle tecniche costruttive più ricorrenti e caratterizzanti particolari periodi storici, particolari figure o scuole professionali, particolari aree geografiche.
Approfondimento della conoscenza di taluni magisteri edilizi storici e più recenti. Sottolineatura delle peculiarità quale stimolo alla corretta progettazione di nuove tecniche di intervento.
I valori degli apporti interdisciplinari derivanti dalla conoscenza del più ampio panorama tecnico e culturale.
Valutazione degli indispensabili apporti al corretto intervento sull'esistente e principalmente nei settori della chimica organica ed inorganica, della conoscenza dei materiali lapidei, della corrosione dei metalli, ecc.
Analisi di una antologia di dettagli costruttivi di intervento con la documentazione dei risultati ottenuti in casi reali. I dettagli sono pure organizzati per famiglie di prestazioni richieste.
Esame di alcuni casi di studio specificamente scelti a commento dei principi e delle tecniche utilizzate.

ESERCITAZIONI

L'avanzamento delle lezioni è cadenzato con il progredire delle esercitazioni

Le esercitazioni prevedono la progettazione di un intervento di recupero su di un edificio storico oppure su di un edificio del movimento moderno.

Il corso prevede la visita guidata ad un cantiere o ad un edificio peculiare per i criteri di progettazione e di costruzione.

BIBLIOGRAFIA

C. Brandi, *Teoria del restauro*, Torino, Einaudi, 1963.

P.G. Bardelli, R. Nelva, *Recupero oggi*, estratti dalla rivista *Modulo*, Ed. BEMA, Milano, anni 1990-1993.

Il recupero, cultura e tecnica, Milano, BEMA, 1989.

Il recupero, metodi e modi, Milano, BEMA, 1990.

P.G. Bardelli, F. Zampicini, *Il recupero, cura e manutenzione*, Milano, BEMA, 1992.

Programmi degli insegnamenti
(insegnamenti d'indirizzo e d'orientamento)

I programmi sono riportati in ordine alfabetico di titolo. Al termine del volume (p. 189) le tavole alfabetiche generali, per nomi dei docenti e per titoli degli insegnamenti.
In questa Guida, *le descrizioni relative ai due corsi di laurea sono riportate in un'unica serie: le lettere iniziali delle sigle associate ai titoli differenziano i corsi di* Ingegneria civile (D), edile (G), *o comuni ai due corsi* (D/G).

D/G 0020 Acquedotti e fognature

Anno:periodo 4,5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali)
Docente: Mario Quaglia

Il corso fornisce gli elementi indispensabili alla progettazione delle opere di ingegneria idraulica nel settore degli acquedotti, delle fognature e del trattamento delle acque di rifiuto.

REQUISITI. I corsi di *Idraulica* e *Scienza delle costruzioni*.

PROGRAMMA

Acquedotti
Caratteristiche fisico-chimiche dell'elemento acqua.
Disponibilità ed utilizzazioni delle risorse idriche.
Bilancio idrico. Programmazione e gestione dell'uso delle acque.
Requisiti di potabilità delle acque. Normativa vigente.
Fonti di approvvigionamento idrico. Acque sotterranee. Acque superficiali.
I consumi idropotabili. Stima dei fabbisogni.
Le strutture acquedottistiche. Tipologia e criteri di progettazione.
Opere di approvvigionamento da falde sotterranee e da corsi d'acqua o laghi.
Impianti di potabilizzazione.
Condotte di adduzione. Tipi. Funzionamento a gravità o con sollevamento meccanico.
Apparecchi idraulici, di misura, di regolazione del flusso.
Serbatoi di compenso.
Reti di distribuzione. Criteri di progetto e di verifiche delle reti pubbliche e di quelle interne ed edifici.

Fognature
Reti fognarie. Tipologia. Planimetria ed altimetria.
Canalizzazioni. Sezioni tipo. Caratteristiche strutturali. Dimensionamento idraulico.
Manufatti accessori.
Valutazione degli afflussi di acque reflue e pluviali. Determinazione degli afflussi critici.
Progetto e verifica delle reti fognarie: metodo del volume di invaso, metodo cinematico.
Gestione delle reti fognarie. Manutenzione. Monitoraggio.

Tecniche di trattamento delle acque reflue
L'inquinamento idrico. Definizione, cause, parametri di valutazione.
Caratteristiche dei corpi idrici. Processi di autodepurazione.
Impianti di depurazione per reflui civili. Tecnologie di trattamento. Criteri di progetto.
Manufatti scaricatori delle acque di pioggia. Impianti di sollevamento.
Processi di trattamento del liquame. Grigliature. Dissabbiatura. Disoleatura. Sedimentazione. Ossidazione biologica. Tecniche di denitrificazione e di defosfazione. Disinfezione.
Processi di trattamento dei fanghi. Addensamento. Stabilizzazione aerobica ed anaerobica. Disidratazione. Incenerimento. Utilizzo.

ESERCITAZIONI
1. Progetto di acquedotto. Analisi del fabbisogno idrico. Dimensionamento delle opere di approvvigionamento della condotta di adduzione, del serbatoio di compenso. Progettazione e verifica della rete di distribuzione.
2. Progetto di fognatura. Calcolo di dimensionamento e di verifica idraulica di una rete fognaria di tipo misto. Proporzionamento del manufatto scaricatore delle acque di pioggia.
3. Progetto di un impianto di depurazione per reflui civili. Definizione degli elementi di progetto. Dimensionamento idraulico dei singoli comparti di trattamento del liquame e dei fanghi e delle relative apparecchiature elettromeccaniche.

VISITE IN PROGRAMMA. Visita ad un impianto di trattamento delle acque per uso potabile. Visita ad un impianto di depurazione.

BIBLIOGRAFIA
Testi di riferimento:
G. Ippolito, *Appunti di costruzioni idrauliche*, Liguori.
L. Masotti, *Depurazione delle acque*, Calderini.
Testi ausiliari, per approfondimenti:
G. Supino, *Le reti idrauliche*, Pàtron, 1965
F. Arredi, *Costruzioni idrauliche*, UTET.
F. Frega, *Lezioni di Acquedotti e fognature*, Liguori.
V. Vismara, *Depurazione biologica*, Hoepli.

G0030 Acustica applicata

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+2+2 (ore settimanali); 60+20+20 (nell'intero periodo)
Docente: Alfredo Sacchi

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso si propone di fornire gli elementi di base della generazione, propagazione, ascolto e riproduzione del suono, al fine di permettere un inserimento in settori professionali sia elettronici, sia architettonici, sia industriali nei quali, sotto vari aspetti, il suono o il rumore debbano essere considerati nell'interesse di un ottimo ascolto, per il suono, o di una riduzione, per il rumore.
Interessi particolari di studenti vengono soddisfatti tramite l'assistenza da parte del docente e dei tecnici ad una tesina personale.

PROGRAMMA
Propagazione di onde elastiche nei solidi e del suono; analogie elettroacustiche ed elettromeccaniche; trasduttori elettroacustici.
Meccanismo dell'udito; psicoacustica.
Acustica degli ambienti; riverberazione.
Isolamento acustico e di macchine; danni all'orecchio; bonifica degli ambienti industriali.
Acustica delle grandi sale da spettacolo.
Applicazioni dell'acustica e degli ultrasuoni in vari campi della tecnica e della medicina.
La strumentazione acustica viene descritta ed usata dagli studenti in laboratorio.

BIBLIOGRAFIA. Documentazione fornita dal docente.

D0190 Analisi dei sistemi

Per l'anno 1995/96 vicariato da *R0510 Calcolo numerico*

G0312 Architettura e composizione architettonica 2

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Mario Fiameni (collab.: William Marsero)

Il corso è diretto a fare acquisire la conoscenza dei principi metodologici fondamentali per l'organizzazione, il dimensionamento e la composizione degli organismi edilizi architettonici.
Il particolare, il corso, attraverso l'analisi sistematica delle procedure di progettazione di specifiche tipologie edilizie (tipologie residenziali e tipologie a diretto servizio degli aggregati residenziali), vuole indicare il percorso critico-metodologico per la comprensione dei processi di progettazione e fornire gli strumenti atti al conseguimento delle abilità selettive e sintetiche necessarie per l'impostazione e lo sviluppo della progettazione stessa.

REQUISITI. *Disegno edile, Tecniche della rappresentazione, Architettura tecnica* ed *Architettura e composizione architettonica 1.*

PROGRAMMA

A *Principi metodologici generali per la progettazione degli organismi architettonici.*

1. Il processo progettuale.
1.1 Definizione e nozioni generali.
2.1 Le fasi fondamentali del processo. Fasi ideative e fasi attuative

2. Il processo progettuale in ambito edilizio-architettonico.
2.1 Definizione e nozione di organismo architettonico e sua evoluzione storica.
2.2 Le fasi ideative del processo.
Fattori condizionanti. Analisi e schematizzazione dei fattori interni. Analisi e schematizzazione dei fattori esterni.
2.3 Il trasferimento dei fattori interni in schemi organizzati.
Schematizzazione funzionale e suo valore ideogrammatico. Esempi significativi di schemi funzionali.
2.4 Il passaggio dalla schematizzazione funzionale alla configurazione distributiva degli spazi funzionali.
Schemi distributivi: significato e limiti. Analisi di esempi significativi.
2.5 Il passaggio dalla schematizzazione distributiva alla definizione dell'apparato costruttivo congruente alle finalità d'uso dell'organismo.
Criteri generali di dimensionamento degli spazi: ingombri e pedane di utilizzazione. *Standards* dimensionali.
Criteri generali di aggregazione degli spazi. Sistemi associativi.
Assenza di barriere e garanzie di accessibilità. Leggi e norme di riferimento.
Standards tecnologici e scelte impiantistiche. Problemi di sicurezza e di protezione dell'utenza. Leggi e norme di riferimento.
2.6 La scelta dei materiali, strutture ed elementi costruttivi in funzione della validità espressiva e formale dell'organismo.

B La progettazione delle tipologie residenziali.

3. Il contesto storico-culturale del tema residenziale.

3.1 La residenza in prospettiva antropologica. Modo d'uso dello spazio abitativo e suo significato simbolico.

3.2 La tematica della progettazione residenziale nella visione razionalista. L'*Existenzminimum* di Gropius e gli *standards* abitativi del Movimento Moderno.

3.3 Cenni sui metodi di indagine e di lavoro di A. Klein per la definizione e progettazione di tipologie residenziali "razionali".

3.4 Pregi e limiti degli schematismi razionalisti come metro di interpretazione dello spazio abitativo.

4. La definizione morfologica dell'organismo abitativo.

4.1 Repertorio delle funzioni residenziali. Definizione e criteri di dimensionamento delle unità ambientali e fattori ambientali, organizzativi, tecnico-costruttivi che ne influenzano la loro aggregazione in unità abitative.

4.2 L'aggregazione delle unità abitative in organismi abitativi.
Classificazione tipologica degli organismi abitativi secondo il grado di individualità.
Organismi unifamiliari a schiera: definizione, caratteristiche costitutive e morfologiche e loro significato storico. Pregi e limiti alla loro adozione sistematica.
Organismi plurifamiliari e fattori che ne influenzano le caratteristiche morfologiche: numero e posizione dei collegamenti verticali; dimensioni dei corpi di fabbrica; orientamento.
Il valore del soleggiamento e l'asse eliotermico. Cenni.

4.3 Classificazione degli organismi abitativi dal punto di vista tipologico. Caratteristiche tecniche ed economiche delle singole tipologie. Esempi di schemi tipici.

5. Le connotazioni tipologiche e tecnologiche degli organismi abitativi dell'edilizia residenziale pubblica.

5.1 L'edilizia residenziale pubblica: caratteristiche specifiche e suo ruolo nella tematica del fabbisogno abitativo. Connotazioni in funzione del tipo di finanziamento: edilizia sovvenzionata, agevolata, convenzionata.

5.2 Quadro riassuntivo dei principali provvedimenti legislativi contenenti indirizzi normativi per la progettazione dell'edilizia residenziale pubblica.

5.3 Gli aspetti tipologici degli organismi residenziali pubblici configurati dagli indirizzi normativi in relazione:
– alle caratteristiche plano-volumetriche;
– alle esigenze della vita associata ed agli *standards* residenziali;
– alla accessibilità da garantirsi con l'assenza di barriere;
– alla sicurezza ed alla protezione dell'utenza;
– alla disponibilità di aree esterne per parcheggio, verde attrezzato ecc.

5.4 Gli aspetti tipologici delle unità abitative, delle unità ambientali e degli altri vani compresi nel fabbricato residenziale configurati dagli indirizzi normativi in relazione:
– alle superfici, altezze interne, capacità abitativa, illuminazione e aereazione aerazione delle unità abitative;
– alle caratteristiche dei locali tecnici e di servizio (ubicazione, dimensionamento, modalità costruttive ai fini della sicurezza delle autorimesse, locali per centrali termiche, locali macchine ascensori, ecc.)

C La progettazione di tipologie edilizie a diretto servizio degli aggregati residenziali.

6. Le tipologie edilizie per l'istruzione

6.1 L'organismo scuola e il suo significato.
L'istituzione scuola. Conoscenza ed ambiente: rapporto di autorità; rapporto di integrazione; rapporto di gioco; gestione. Il nesso tra didattica e caratteristiche morfologiche dell'organismo scuola.

6.2 Le norme tecniche relative all'edilizia scolastica contenute nel DM 18.12.1975 interpretate come paradigmi metaprogettuali.

6.3 Schematizzazione classificatoria degli edifici scolastici e loro inquadramento nell'organizzazione del territorio.

6.4 La scuola materna.
Inquadramento urbanistico. Spazi funzionali e parametri dimensionali. Criteri distributivi e caratteristiche generali di progettazione. Tipologie tipiche: esempi ed indicazioni bibliografiche.

6.5 La scuola elementare.
Inquadramento urbanistico. Configurazioni tipiche; spazi funzionali; forma e dimensione degli elementi fondamentali.

6.6 Gli spazi per l'educazione fisica ed il loro inserimento nel nucleo scolastico nella prospettiva di una loro utilizzazione anche extrascolastica.
Dati dimensionali. Criteri distributivi. Problemi tecnologico-costruttivi. Esempi tipici.

7. Le tipologie edilizie per lo svago ed il tempo libero.

7.1 Tempo libero e connesse attività sportive, ricreative e di svago a livello di aggregati residenziali. Attrezzature necessarie.

7.2 Elencazione degli impianti sportivi di base integrati agli aggregati residenziali. Cenni alla normativa circa gli impianti sportivi in genere. Il DM 10.09.1986.

7.3 Le palestre.
Classificazione e tipologie. Spazi funzionali; caratteristiche costruttive, morfologiche e formali. Criteri di sicurezza. Illuminazione dello spazio palestra. Servizi di supporto.

7.4 Sale cinematografiche a livello di quartiere.
Elementi costitutivi ed inserimento nell'aggregato residenziale. Parametri che ne influenza le caratteristiche formali. Visibilità sul piano orizzontale e costruzione dei profili mediante la curva di visibilità. Visibilità sul piano verticale e diagramma di Schangler. Coefficienti volumetrici e di superficie in rapporto al numero di spettatori.

8. Le tipologie edilizie per l'assistenza sanitaria di base.

8.1 Evoluzione storica del concetto di assistenza sanitaria e sua influenza sulle caratteristiche morfologiche delle strutture edilizie che la realizzano.

8.2 La struttura sanitaria ai diversi livelli territoriali.

8.3 L'ospedale nel sistema dell'assistenza sanitaria.
Classificazione e cenni sulla struttura interna stabilita dalla legge 132/68. Tipologie caratteristiche. Esempi di realizzazioni di maggiore interesse.

8.4 Il centro sanitario ambulatoriale come attuazione del distretto sanitario di base.
Caratteristiche generali. Funzioni, schema funzionale e spazi funzionali. Elementi costitutivi; dimensionamento e criteri distributivi. Esempi significativi.

ESERCITAZIONI

A Schedatura critica di realizzazioni e progetti desunti da pubblicazioni periodiche e testi di architettura e di tecnica edilizia–architettonica allo scopo di corredarsi di una adeguata documentazione necessaria alla elaborazione progettuale di specifiche tipologie edilizie.

B Elaborazione in aula di temi semplici di progettazione attinenti alle tipologie analizzate nelle lezioni, da svolgersi nell'arco di tempo disponibile per una esercitazione (4 ore) ai fini del conseguimento di una abilità progettuale rapida ed essenziale.
C Progettazione guidata, da svolgersi lungo tutta la durata del periodo didattico interessato, di una tipologia edilizia, preferibilmente residenziale, di congrua dimensione (non inferiore a 15 000 m^3 vuoto per pieno) su area scelta dall'allievo, completa di tutti gli elaborati necessari al conseguimento della concessione edilizia, con l'aggiunta di elaborati esecutivi parziali relativi sia alle opere murarie sia all'arredamento sia agli impianti termico ed elettrico.
D Verifiche e discussioni individuali e collettive degli elaborati prodotti e in corso di svolgimento.

BIBLIOGRAFIA. Data la varietà degli argomenti trattati il corso non fa riferimento a testi specifici. Verranno segnalati, di volta in volta, testi e pubblicazioni cui attingere le necessarie informazioni ad integrazione delle nozioni fornite durante il corso.

ESAME
È prevista solamente una prova finale, articolata in una prova scritta e in una prova orale. La prova scritta, della durata di cinque ore, consiste nella elaborazione di un tema di progettazione attinente una tipologia edilizia omogenea o analoga a quelle analizzate durante il corso.
La prova orale, della durata di circa 20 minuti, consiste nell'analisi e discussione critiche dei progetti elaborati durante il periodo didattico, raffrontandone la congruenza con quanto esposto, sul piano teorico, nelle lezioni.
Agli effetti della valutazione finale, assumerà particolare rilevanza il livello di elaborazione, sia di contenuto che di esposizione grafica, del progetto lungo. Analoga rilevanza verrà attribuita alla schedatura antologica.

G0313 Architettura e composizione architettonica 3

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 56+56 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Ennio Innaurato

Il corso completa discipline precedenti quali *Architettura e composizione architettonica 1 e 2* etc, e tende a far sviluppare agli allievi le doti necessarie per avviarli alla sintesi propria della composizione architettonica.
Alla sintesi deve essere affiancata la capacità di giudizio critico analitico sulle opere di architettura ed edilizia sia antiche che contemporanee: questa è la parte propriamente indicata nel titolo della disciplina come *architettura*.
Si tenderà, per quanto è possibile allo stato attuale della scienza e dell'arte, di introdurre gli studenti alla progettazione valendosi del metodo scientifico, come lo intende la filosofia della scienza, onde la progettazione avvenga entro un campo di osservazione trasmissibile e verificabile.
A questo momento scientifico è affiancato l'inserimento storico-architettonico, onde il progetto sia visto come continuità alla preesistenze e secondo una permanenza della cultura che consenta anche di avvicinarsi alla progettazione del recupero.

Il corso ha come sua propria finalità di far compiere alcune esperienze di progettazione ritenute fondamentali per professionisti ingegneri edili nell'attuale contesto culturale.

La prima parte del corso riguarda una trattazione approfondita con spiegazione storico-critica dei principi della composizione architettonica e della sua metodologia attuale. Si terrà in particolare rilievo l'inserimento nella *natura*, nel contesto storico-architettonico, nel *paesaggio* urbano o agrario; in altri termini nel *luogo*. Così pure si daranno i riferimenti culturali per la progettazione dell'opera e per la sua collocazione nel *tempo*.
Quindi si procederà ai rapporti della composizione con le tecnologie antiche ed attuali, alla sicurezza, alle barriere architettoniche ecc.
Viene dedicata particolare cura alla simulazione con modelli quali mezzi di appoggio e verifica dell'*iter* compositivo–ideativo. Per tutta la durata del corso si porrà attenzione al dimensionamento, alla concezione strutturale, ai valori grafici, ma soprattutto alla continua esercitazione progettuale.
Questa fondamentale e caratterizzante esperienza del progettare inizierà per quanto possibile con un sopralluogo sul luogo ove è prevista l'opera, tenendo conto della natura del suolo, delle leggi, dell'orientamento, dell'illuminazione diurna e notturna, della forma dell'area etc.

PROGRAMMA

I principi

Il territorio, l'orografia, la stratigrafia, il suolo.
Il Paesaggio e le metamorfosi compiute dal lavoro dell'uomo.
La forma e il tessuto urbano aulico e minuto.
Il monumento e la memoria storica.
L'edificio e il tessuto di interesse architettonico e storico.

Definizioni di Architettura nei trattatisti antichi e moderni, nella manualistica ingegneristica e nelle opere.
La distinzione tra Poesia e Storia. Il Verosimile e la fantasia. L'imitazione in architettura.
Il *commodus*, la *firmitas* e la *venustas* nell'accezione vitruviana, in quella rinascimentale, illuministica (Diderot, d'Alembert) nell'Enciclopedia e nel momento contemporaneo.
La disputa tra preminenza degli antichi e dei moderni.
Conoscenza e metodo progettuale.
Individualità architettonica.
Architettura e la struttura della luce.
Il territorio storico e l'abitare dell'uomo sulla Terra.
Le attuali posizioni sulla composizione architettonica.
Analogia tra il metodo progettativo scientifico moderno ed il metodo compositivo.
Analogie tra il metodo compositivo letterario e quello architettonico.

Composizione architettonica.
Il progetto. Il *design*. Città ed edificio architettonico.
Il *genius loci*.
Conformazioni geometriche a vocazione architettonica, la struttura, la luce.
Le geometrie latenti come inneschi della composizione.
Composizione orizzontale e composizione verticale.

Antropologia quale fondamento dell'Architettura.
Le culture locali e l'apprendere ad abitare.
L'uomo e la sua psiche misura nella architettura moderna dell'edificio e della città.
Interpretazione ed architettura.
L'architettura si fonda nell'intimo dell'uomo e il suo operare ne compie la trasformazione.

Architettura

Le leggi dell'opera architettonica sono insite nell'opera stessa.
Il tutto e le parti nell'opera stessa.
Il frammento.
L'unità di stile.
Architettura come storia: le fonti archivistiche e i monumenti.
Architettura come linguaggio. Gli stili e i manierismi.
Interpretazione dell'architettura con il mondo delle arti figurative.

La ricerca

La ricerca architettonica: finalità.
Individuazione e scelta dell'argomento.
Le fonti bibliografiche ed archivistiche.
La schedatura: organizzazione dell'indice.

La personalità architettonica. Il suo formarsi. Esame di alcune personalità. Il suo esprimersi. Succedersi di diverse personalità sulla stessa opera nel tempo.
I materiali preferiti e la personalità architettonica.
Personalità e metodo compositivo.
L'abitare e la personalità architettonica.
Rapporto tra l'abitare e le cose.

ESERCITAZIONI

1. *Ex tempore*: riqualificazione di un ambiente periferico in zona S. Rita. Impostazione urbanistica.
2. *Ex tempore* di edificio a quattro piani fuori terra in zona periferica. Studio della distribuzione a livello terra. Eliminazione delle barriere architettoniche.
3. (Continua l'ex tempore) Studio della distribuzione e composizione dei piani superiori. Studio dei prospetti su strada.
4. Studio dei prospetti su cortile.
5. Sopralluogo al complesso del Parco Michelotti. Progetto di biblioteca di quartiere. Analisi del sito. Rapporto con il fiume e le opere idrauliche. Concetti urbanistici per l'esercitazione: il contestualismo di S. Maria al Monte, Superga ecc. Impostazione dell'esercitazione in ambiente di rilevanza storico-architettonica.
6. Legame morfologico con l'ambiente: le preesistenze, le assiduità, le visuali, i monumenti prossimi, l'intenzionalità semantica di piazza Vittorio. Impostazione della geometria latente e l'orientamento quale elemento determinante la distribuzione orizzontale della biblioteca.
7. L'illuminazione come elemento compositivo determinante la struttura.
8. Verifica dell'adattabilità delle conformazioni geometriche a vocazione architettonica.
9. Problemi di illuminazione verticale e laterale della sala di lettura.
10. La struttura quale momento espressivo della composizione. Modularità, ritmi, cadenze.
11. *Ex tempore* di prova di metà semestre
12. Il tetto come elemento sintetizzante ed unificante la molteplicità dei volumi. Il manifestarsi compositivo delle soluzioni distributive interne: rapporti interno – esterno.
13. *Ex tempore* di allenamento in preparazione dell'esame.
14. *Ex tempore* di allenamento in preparazione dell'esame. Verifica degli elaborati prodotti durante l'anno e valutazioni conclusive delle esercitazioni.

BIBLIOGRAFIA
Il materiale didattico, testi in fascicoli, copie di argomenti presentati nelle lezioni, copie dei principali capitoli dei libri di testo) sarà distribuito nel corso delle lezioni.
Per i necessari approfondimenti si suggeriscono le seguenti pubblicazioni:
E. Innaurato, Scritti vari.
A. Cavallari-Murat, *Come carena viva*, Bottega d'Erasmo (capitoli da concordare con gli studenti).
Forma urbana ed architettura nella Torina barocca.
Progettare nella periferia torinese, CELID, 1982.
Valore, potere e l'architettura, Torino, Levrotto e Bella, 1980.
C. Sitte, *L'arte di costruire le città*, jaca Book, Milano, 1981.
Varaldo, *Architettura moderna, immagini*, Bottega d'Erasmo, Torino, 1980.
L. Quaroni, *Progettare un edificio*, Mazzotta, Milano, 1977.
R. Gabetti, Griseri, *Architettura dell'eclettismo*, Einaudi, Torino, 1973.

ESAME
1. A completamento dell'attività svolta in sede di esercitazioni sarà richiesto lo svolgimento progettuale di un tema, e rapporti di studio che dovranno essere consegnati alle date di volta in volta indicate.
2. È previsto un *ex tempore* di prova di metà semestre il 9 dicembre.
3. È prevista una prova scritta ed orale. La prova scritta d'esame consiste nello svolgimento di un *ex tempore* di composizione architettonica. La prova orale verterà su tutti gli elaborati prodotti durante il semestre con riferimenti alle lezioni ed ai testi concordati.

Criteri per il voto finale: prova di metà settembre, prova finale scritta, prova finale orale.

D0320 Architettura e urbanistica tecniche

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 56+62 (nell'intero periodo)
Docente: *da nominare*

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso si propone di offrire una sintesi dei principali strumenti metodologici e culturali per la progettazione a scala edilizia ed urbana. I principali temi trattati riguardano gli schemi distributivi delle principali tipologie residenziali e per servizi pubblici, la legislazione e la strumentazione urbanistica, la progettazione a scala di piano esecutivo.

REQUISITI. *Architettura tecnica, Estimo.*

PROGRAMMA
L'architettura, l'urbanistica e l'assetto del territorio: problemi e discipline tecniche.
Gli organi elettrici e tecnici che formano la struttura del Comune e le rispettive competenze in materia urbanistico-edilizia.
Le competenze trasferite, delegate o attribuite alle Regioni ed agli enti locali.
I tre momenti fondamentali del processo d'intervento urbanistico-edilizio sul territorio: il momento della programmazione nel tempo degli interventi e il loro rapporto con gli strumenti finanziari comunali; il momento della pianificazione degli interventi e cioè i piani urbanistici ai vari livelli di coordinamento territoriale: generali, attuativi e attuativi di settore; il momento della gestione e del controllo quotidiano delle trasformazioni urbanistico-edilizie dell'ambiente urbano ed extraurbano.
L'insieme delle norme, dei parametri e delle procedure che formano il corpo fondamentale della materia: le norme igienico-sanitarie, norme di tutela e di vincolo, le norme di

rispetto e di servitù, le norme tecniche sulle costruzioni e delle norme per i servizi pubblici, le norme sull'edilizia residenziale pubblica e privata, sulla igiene sui luoghi di lavoro, sul catasto, sulla realizzazione delle opere pubbliche, ecc.
Cenni sui problemi generali della progettazione architettonica: i "filtri" funzionale–distributivo, edilizio e compositivo.
Lo schema funzionale–distributivo degli edifici pubblici di servizio: l'asilo nido, la scuola materna, le scuole elementari e medie, ecc.
Verifiche funzionali–distributive e dimensionali di un progetto.
L'edilizia residenziale privata e pubblica (convenzionata, agevolata e sovvenzionata).
Gli edifici industriali: schema funzionale–distributivo, dimensionamento e *lay-out* progettuali.
Le aree industriali attrezzate.
Le grosse strutture ed i grandi contenitori sul territorio: porti, aeroporti; interporti, stazioni, ospedali, e le altre grandi infrastrutture.

ESERCITAZIONI
Alcune applicazioni relative ai temi trattati a lezione potranno fornire l'occasione per una verifica degli strumenti teorici proposti.
Durante le esercitazioni viene sviluppato a livello di progetto edilizio ed urbanistico uno strumento urbanistico esecutivo.
Inoltre, *extempora* brevi (da svolgersi nell'arco di una singola esercitazione) daranno la possibilità di sviluppare ipotesi progettuali relative a esempi semplici di interesse ampio e finalizzati ai servizi di interesse locale o generale.

D0510 Calcolo numerico

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali)
Docente: Giovanni Monegato

Il corso ha lo scopo di illustrare i metodi numerici di base e le loro caratteristiche (condizioni di applicabilità, efficienza sia in termini di complessità computazionale che di occupazione di memoria) e di mettere gli studenti in grado di utilizzare librerie scientifiche (IMSL, NAG) per la risoluzione di problemi numerici.

REQUISITI. *Analisi 1, Geometria, Fondamenti di informatica.*

PROGRAMMA

1. Aritmetica, errori. [5 ore]
Rappresentazione dei numeri in un calcolatore. Errori di arrotondamento, operazioni di macchina. Cancellazione numerica. Condizionamento di un problema, stabilità di un algoritmo.

2. Sistemi lineari. [12 ore]
Metodo di eliminazione di Gauss. Decomposizione di Gauss e fattorizzazione LU. Determinazione matrice inversa. Metodi iterativi: Jacobi, Gauss–Seidel, SOR.

3. Autovalori di matrici. [8 ore]
Metodo delle potenze. Metodo delle potenze inverse. Trasformazioni di similitudine e trasformazioni di Householder. Cenni sul metodo QR.

4. *Approssimazione di dati e di funzioni.* [12 ore]
Interpolazione polinomiale: formule di Lagrange e di Newton. Interpolazione con funzioni polinomiali a tratti. Funzioni spline. Metodo dei minimi quadrati.

5. *Equazioni non lineari.* [4 ore]
Radici di equazioni non lineari: metodi di bisezione, secanti, tangenti; metodi iterativi in generale. Sistemi di equazioni non lineari: metodo di Newton e sue varianti; metodi iterativi in generale.

6. *Calcolo di integrali.* [6 ore]
Formule di quadratura di tipo interpolatorio: formule di Newton–Cotes e formule gaussiane. Formule composte. *Routines* automatiche.

7. *Equazioni differenziali ordinarie.* [12 ore]
Metodi *one-step* espliciti. Metodi Runge–Kutta. Metodi *multistep* lineari. Metodi di Adams. Convergenza e stabilità dei metodi numerici. Sistemi *stiff.*

8. *Equazioni alle derivate parziali.* [15 ore]
Caratteristiche. Classificazione delle equazioni quasi-lineari di ordine 2. Metodi alle differenze finite. Metodi dei residui pesati (collocazione, Galerkin). Elementi finiti.

ESERCITAZIONI
Vengono sottolineati, con esempi, aspetti particolarmente importanti degli argomenti trattati nelle lezioni, svolti esercizi che contribuiscono ad una miglior comprensione della teoria e costruiti algoritmi di calcolo. Vengono infine proposte allo studente delle esercitazioni al calcolatore da svolgere a casa o presso i LAIB del Politecnico.

BIBLIOGRAFIA
G.Monegato, *Fondamenti di calcolo numerico*, Levrotto e Bella, Torino, 1990.

ESAME
1. È prevista, per i soli iscritti al corso, una prova scritta di metà semestre (15-20 dicembre). Il superamento di questa prova comporta l'esonero della corrispondente parte di programma, purchè l'esame finale sia sostenuto negli appelli n. 1,2,3. L'esame finale è solo orale.
Nel corso della prova non è ammessa la consultazione di testi.
L'eventuale ritiro durante la prova di esonero non comporta alcuna conseguenza.
2. Negli appelli previsti dal calendario l'esame è solo orale.

R0510 Calcolo numerico

Per l'anno 1995/96 sostitutivo di *D0190 Analisi dei sistemi*

Anno:periodo 4:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali)
Docente: Paola Moroni

Il corso ha lo scopo di illustrare i metodi numerici di base e le loro caratteristiche (condizioni di applicabilità, efficienza sia in termini di complessità computazionale che di occupazione di memoria) e di mettere gli studenti in grado di utilizzare librerie scientifiche (IMSL, NAG) per la risoluzione di problemi numerici.

REQUISITI. *Analisi 1* e *2, Geometria, Fondamenti di informatica.*

PROGRAMMA

1. Aritmetica, errori. [6 ore]
Rappresentazione dei numeri in un calcolatore. Errori di arrotondamento, operazioni di macchina. Cancellazione numerica. Condizionamento di un problema, stabilità di un algoritmo.

2. Sistemi lineari. [12 ore]
Metodo di eliminazione di Gauss. Decomposizione di Gauss e fattorizzazione LU. Determinazione matrice inversa. Metodi iterativi: Jacobi, Gauss–Seidel, SOR.

3. Autovalori di matrici. [6 ore]
Metodo delle potenze. Metodo delle potenze inverse. Trasformazioni di similitudine e trasformazioni di Householder. Cenni sul metodo QR.

4. Approssimazione di dati e di funzioni. [10 ore]
Interpolazione polinomiale: formule di Lagrange e di Newton. Interpolazione con funzioni polinomiali a tratti. Funzioni *spline*. Metodo dei minimi quadrati.

5. Equazioni non lineari. [8 ore]
Radici di equazioni non lineari: metodi di bisezione, secanti, tangenti; metodi iterativi in generale. Sistemi di equazioni non lineari: metodo di Newton e sue varianti. Metodi di ottimizzazione.

6. Calcolo di integrali. [8 ore]
Formule di quadratura di tipo interpolatorio: formule di Newton–Cotes e formule gaussiane. Formule composte. *Routines* automatiche.

7. Equazioni differenziali ordinarie. [16 ore]
Metodi *one-step* espliciti. Metodi Runge–Kutta Cenni sulle equazioni alle differenze. Metodi *multistep* lineari. Metodi di Adams. Convergenza e stabilità dei metodi numerici. Sistemi *stiff*.

8. Equazioni alle derivate parziali. [10 ore]
Caratteristiche. Classificazione delle equazioni quasi-lineari del secondo ordine. Metodi alle differenze finite.

ESERCITAZIONI
Vengono sottolineati, con esempi, aspetti particolarmente importanti degli argomenti trattati nelle lezioni; vengono svolti esercizi che contribuiscono ad una miglior comprensione della teoria, e costruiti algoritmi di calcolo. Vengono infine proposte allo studente delle esercitazioni al calcolatore da svolgersi o a casa o presso i LAIB del Politecnico.

BIBLIOGRAFIA
G. Monegato, *Fondamenti di calcolo numerico*, Levrotto e Bella, Torino, 1990.

ESAME
È prevista, per i soli iscritti al corso, una prova scritta verso la fine del semestre. Il superamento di questa prova comporta l'esonero della corrispondente parte di programma, purché l'esame finale sia sostenuto in uno degli appelli (5, 6, 7) delle sessioni estive (3, 4). Nel corso della prova non è ammessa la consultazione di testi. L'eventuale ritiro durante la prova di esonero non comporta alcuna conseguenza. L'esame finale è solo orale.
Negli appelli previsti dal calendario l'esame è solo orale.

G0560 Caratterizzazione tecnologica delle materie prime

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 5+1+4 (ore settimanali)
Docente: Angelica Frisa Morandini

L'insegnamento si propone di trasmettere agli allievi ingegneri edili la conoscenza delle proprietà applicative (e dei relativi metodi di prova) delle rocce usate nelle costruzioni (pietre da costruzione e da decorazione, aggregati per calcestruzzo, pietrischi per massicciate).
Dopo un richiamo delle caratteristiche mineralogiche, petrografiche e fisiche dei materiali lapidei da costruzione, si esaminano le correlazioni tra queste e le conseguenti proprietà tecnologico-applicative.
Il corso intende mettere in grado l'ingegnere edile da un lato di prevedere un corretto uso della pietra nella progettazione di nuove costruzioni e dall'altro di definire le metodologie più idonee per gli interventi di restauro sulle parti in pietra degli edifici.

REQUISITI. *Fisica tecnica, Tecnologia dei materiali e chimica applicata.*

PROGRAMMA

1. Natura mineralogica e litologica delle rocce impiegate nelle costruzioni. [8 ore]
I minerali costituenti le rocce. Generalità sulle rocce. Le rocce ignee e loro classificazione. Le rocce sedimentarie e loro classificazione. Le principali rocce metamorfiche e cenni alla loro classificazione.

2. Determinazione delle proprietà fisiche di minerali e rocce. [4 ore]
La massa volumica. La porosità. Il comportamento all'acqua. Il coefficiente di dilatazione lineare termica.

3. Determinazione delle caratteristiche meccaniche. [10 ore]
La resistenza a compressione. La resistenza a trazione indiretta mediante flessione. Il modulo elastico. La resistenza all'urto. La durezza alla scalfittura e all'impronta: misure qualitative e quantitative, macro- e micro-durezza. La resistenza all'usura.

4. Valutazione della durevolezza delle rocce. [6 ore]
Fattori attivi e passivi. Meccanismi fisici di degrado. Meccanismi chimici di degrado. Le prove di invecchiamento accelerato.

5. Pulitura, protezione e consolidamento delle pietre in opera. [6 ore]
Metodi di pulitura chimici, meccanici e con acqua. Consolidamento e consolidanti. Protezione e protettivi.

6. Cenni sui metodi di coltivazione e lavorazione delle rocce impiegate nelle costruzioni. [6 ore]
Le pietre da taglio e da decorazione. Gli aggregati ed i pietrischi.

7. Gli usi delle pietre nelle costruzioni. [6 ore]
Le murature. Le coperture. I rivestimenti esterni ed interni. Le pavimentazioni esterne ed interne e le scale. I lavori a massello.

8. Determinazioni di proprietà di aggregati e pietrischi. [10 ore]
L'esame granulometrico e rappresentazioni grafiche dei risultati. Determinazione di

coefficienti di forma. Determinazione di requisiti tecnici di aggregati e di pietrischi per massicciata.

ESERCITAZIONI
Identificazione di serie di marmi e rocce ornamentali con particolare riferimento all'edilizia storica. [6 ore]
Esame di problemi particolari relativi all'uso e alla conservazione delle pietre in relazione con altri corsi. [4 ore]
Proiezione di filmati relativi a coltivazione, lavorazione ed applicazioni di rocce ornamentali. [2 ore]
Proiezione di diapositive con esempi di patologie della pietra in opera e di risultati di operazioni di pulitura e consolidamento. [6 ore]

LABORATORIO
Saggi per la determinazione della massa volumica e dell'assorbimento d'acqua. [2 ore]
Saggio di compressione. [2 ore]
Saggio di flessione statica e dinamica. [2 ore]
Esecuzione di misure di microdurezza Knoop. [4 ore]
Saggio di usura per attrito radente. [2 ore]
Esame granulometrico per stacciatura e rappresentazione dei risultati. [4 ore]
Determinazione di coefficienti di forma di aggregati per calcestruzzo e pietrischi per massicciata. [4 ore]

ESERCITAZIONI FUORI SEDE
Visita ad una cava di rocce ornamentali. [4 ore]
Visita ad un impianto di lavorazione di rocce ornamentali. [4 ore]
Riconoscimento delle pietre in opera ed esame di esempi di patologie della pietra e dei risultati di operazioni di restauri in edifici in Torino. [12 ore]

BIBLIOGRAFIA
Testo di riferimento:
Appunti e schemi distribuiti dal docente.
Testi ausiliari, per approfondimenti:
A. Mottana, R. Crespi, G. Libario, *Minerali e rocce*, Mondadori, Milano, 1981.
E.M. Winkler, *Stone properties, durability in man's environment*, 2. ed., Springer, Wien, 1975.

ESAME
Per essere ammesso a sostenere l'esame lo studente deve presentare relazioni scritte delle esercitazioni in laboratorio, la cui valutazione influisce nella determinazione del voto. L'esame consiste in una prova pratica di riconoscimento di rocce ornamentali ed in due domande relative a: caratterizzazione e lavorazione di rocce ornamentali, caratterizzazione di aggregati e pietrischi.

D/G0580 Cartografia numerica

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Giuliano Comoglio (collab.: Ambrogio Manzino)

È un corso di specializzazione rivolto agli allievi che manifestino un particolare interesse per lo studio del territorio finalizzato all'inserimento delle opere di infrastruttura ed allo sfruttamento delle risorse naturali.
La cartografia numerica resta la componente essenziale di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) che è uno strumento indispensabile per una corretta gestione del territorio.
Questa disciplina fornisce gli strumenti di base generali indispensabili per la progettazione, la costruzione e l'utilizzo della cartografia numerica e completa un percorso didattico nel quale trovano ampio spazio le materie topografiche e fotogrammetriche

REQUISITI. Si richiede allo studente il possesso delle nozioni fornite dai corsi di *Fondamenti di informatica, Topografia* e *Fotogrammetria.*

PROGRAMMA

La rappresentazione cartografica. [14 ore]
Cenni storici. Definizione della superficie di riferimento. Moduli di deformazione. Sviluppo sul piano della superficie di riferimento. Carta di Gauss. Cartografia ufficiale italiana.
La cartografia numerica. [16 ore]
Schema concettuale. Scala nominale. Contenuti planimetrici ed altimetrici. Il sistema di codifica. Congruenze geometriche. Struttura dei dati. Formato di trasferimento.
Il sistema informativo territoriale. [6 ore]
Significato e struttura di un SIT. Operazioni per la costruzione di un SIT. Esempi di SIT.
Metodi di costruzione. [8 ore]
Fotogrammetrico diretto. Rilievo topografico. Digitalizzazione di cartografia esistente. Costruzione di un DTM.
Capitolati. [8 ore]
Struttura di un capitolato. Alcuni esempi.

ESERCITAZIONI
Costruzione di cartografia numerica con l'uso dei restitutori analitici. [12 ore]
Costruzione di cartografia numerica con l'uso di strumentazione topografica elettronica. [8 ore]
Costruzione di cartografia numerica mediante digitalizzazione di cartografia esistente. [12 ore]
Utilizzo di *software* specifico per la gestione di un SIT. [20 ore]

BIBLIOGRAFIA
Geographic information systems : principles and applications, American Society for Photogrammetry & Remote Sensing (ASPRS), 1991.
Fundamentals of GIS : a compendium, American Society for Photogrammetry & Remote Sensing (ASPRS), 1989.
Fondelli, Pasqualin, Posocco, Zollet, *Cartografia numerica e informazione territoriale*, Regione Veneto & Arcari ed., 1992.

ESAME
L'esame è suddiviso in una prova scritta (relazione) e una prova orale.

La prova scritta consiste in una relazione finale sull'attività svolta dal candidato durante le esercitazioni. La prova orale comprende una serie di domande riguardanti il programma svolto durante le lezioni e le esercitazioni del corso. Ad essa si accede solo se la relazione scritta ha avuto esito positivo.

G0790 Composizione urbanistica

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Giovanni Picco

Il corso è finalizzato alla formazione ed all'addestramento alla progettazione urbanistica, infrastrutturale e di riqualificazione urbana ed ambientale.

La disciplina segue ed integra *Urbanistica, Pianificazione territoriale, Architettura e composizione architettonica, Recupero e conservazione degli edifici*; offre opportunità di sintesi progettuali per affrontare temi di tesi di laurea, concorsi internazionali ed esami per l'esercizio professionale.

PROGRAMMA
Il progetto urbanistico esige figure professionali capaci, per cultura e protagonismo, di coordinamento interdisciplinare ed intuizioni manageriali; nell'amministrazione pubblica o nell'azienda privata l'ingegnere è componente essenziale del processo decisionale. La conoscenza di come si forma tale processo, e di come la storia dell'urbanistica moderna l'abbia trasformato, caratterizza la rapida sintesi dei momenti più significativi di elaborazione culturale e metodologica nelle realizzazioni e proposte degli ultimi settant'anni in Europa e nel mondo.
Paradigmi e modelli su:
- rapporti con il territorio acculturato;
- struttura dell'impianto e delle reti d'infrastrutturazione;
- segni e significati della qualità urbana

costituiranno, nelle lezioni, i temi di maggior attenzione e quindi d'applicazione pratica ai temi progettuali.

ESERCITAZIONI. Cinque temi progettuali: due sviluppati in aula, tre temi"annuali", elaborati in gruppo o singolarmente, in ragione della complessità e vastità dell'ambito territoriale investito. Dibattito e confronto sui risultati conseguiti.

ESAME. Discussione sui temi conclusi; tesi scritta sugli argomenti trattati nelle lezioni. I temi progettuali possono essere propedeutici alla tesi di laurea, sviluppando tutto od in parte il tema già affrontato.

D0820 Consolidamento dei terreni

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 5+3 (ore settimanali)
Docente: *da nominare*

Il corso si propone di fornire una base di conoscenze teoriche ed applicative sui principali metodi di consolidamento e rinforzo dei terreni adoperati nel campo dell'ingegneria geotecnica ed ambientale: terra armata, terra rinforzata con geosintetici, iniezioni, trattamenti colonnari (*jet-grouting* e colonne di ghiaia), addensamento per *tamping* e vibroflottazione, micropali, tiranti, chiodature, dreni verticali ed orizzontali, barriere impermeabili, uso dei geosintetici, congelamento etc.
La trattazione dei singoli argomenti comprende una rassegna delle principali applicazioni, la descrizione dei principi di funzionamento e la esposizione dei metodi di calcolo, nell'ottica di fornire strumenti non solo per la scelta ma anche per l'analisi e la progettazione dei singoli interventi. A questo proposito è dato un ampio spazio alle esercitazioni pratiche in aula, che riguardano la progettazione di alcuni interventi, nonché a visite tecniche guidate in cantiere e ad incontri con operatori del settore.

REQUISITI.
I contenuti di base sono quelli dei corsi di *Geotecnica* e *Meccanica delle rocce*, opportunamente integrati per tenere conto degli aspetti innovativi o specifici delle tecniche considerate.

PROGRAMMA

1. Introduzione al corso.
Generalità sui metodi di miglioramento e rinforzo dei terreni.

2. Terra armata.
Applicazioni alla realizzazione di muri e rilevati. Principi di funzionamento. Modalità esecutive. Criteri di progettazione. Il rinforzo con geogriglie.

3. Tiranti, bulloni e chiodi.
Applicazioni al sostegno di pareti di scavo, al consolidamento di gallerie, alla stabilizzazione di pendii. Tipologie. Tecniche esecutive. Principi di funzionamento. Criteri di calcolo. Prove per il progetto ed il collaudo.

4. Micropali.
Applicazioni alle sottofondazioni, al sostegno di pareti di scavo, al consolidamento di gallerie, alla stabilizzazione dei pendii. Tipologie. Tecniche esecutive. Comportamento ai carichi assiali e a quelli perpendicolari all'asse. Criteri di calcolo. Prove di controllo.

5. Colonne di ghiaia.
Applicazioni al miglioramento dei terreni di fondazione. Tecniche esecutive. Principi di funzionamento. Criteri di calcolo. Prove di controllo.

6. Jet-grouting.
Applicazioni al rinforzo di terreni dei fondazione, al sostegno di pareti di scavo, al consolidamento di gallerie, alla impermeabilizzazione degli scavi. Tecniche esecutive. Parametri di influenza. La miscellazione meccanica profonda (*soil mix*); principali differenze con il *jet-grouting*. Prove di controllo.

7. *Iniezioni di leganti.*
Applicazioni al miglioramento e alla impermeabilizzazione dei terreni e delle rocce. Diversi tipi di iniezioni e relativi campi di applicazione. Cenni teorici. Prove di controllo.

8. *Stabilizzazione di pendii con file di pali accostati.*
Effetto arco tra i pali accostati: la teoria di Ito e Matsui. Calcolo delle spinte sui pali per effetto arco.

9. *Chiodatura dei terreni.*
Applicazioni alla stabilizzazione di pareti di scavo, scarpate artificiali e pendii naturali. Principi di funzionamento. Meccanismi di collasso. Criteri di progettazione; il programma di calcolo Prosper.

10. *Geosintetici.*
Classificazione dei geosintetici. Campi di applicazione (filtrazione, drenaggio, rinforzo, separazione). Cenni alle problematiche relative al loro uso in campo geotecnico ed ambientale. Prove sui geosintetici.

ESERCITAZIONI
1. Progettazione di un muro in terra armata.
2. Progettazione di un'opera di sostegno intirantata per la stabilizzazione di un pendio in frana
3. Progettazione di un intervento con colonne di ghiaia.
4. Progettazione di una parete di scavo in terreni sciolti stabilizzato con la tecnica della chiodatura dei terreni.
5. Dimensionamento di un intervento di consolidamento di una galleria con *jet-grouting*.

BIBLIOGRAFIA
Testo di riferimento:
Appunti dalle lezioni.
Testi ausiliari:
M.R. Hausmann, *Engineering principles of ground modification*, McGraw-Hill.
Atti del seminario su Consolidamento dei terreni e delle rocce in posto nell'ingegneria civile, Collegio Ingegneri di Milano e Gruppo Lombardo Italia NordOvest AGI, Stresa, 26-27 maggio 1978.
Van Impe, *Soil improvement techniques and their evolution*, Balkema, Rotterdam, 1989.
R.M. Koerner, *Design with geosynthetics*, Prentice-Hall.

ESAME. Esame orale con preventiva discussione su una relazione di esercitazione.

G0830 Consolidamento delle costruzioni

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 60+52+8 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Paolo Napoli

Il corso si propone di fornire strumenti metodologici per la valutazione della sicurezza delle costruzioni esistenti, sia integre e destinate modificazioni funzionali / impiantistiche, sia danneggiate o deteriorate, nonché di presentare le principali tecniche di intervento, per le costruzioni in muratura ed in calcestruzzo armato e precompresso.

La prima parte del corso è dedicata a porre le basi del comportamento strutturale delle murature e degli edifici da esse costituiti ed a rilevarne e valutarne i segni di dissesto. Si considerano quindi i casi più comuni di intervento per rinforzo o per variazioni delle necessità funzionali e si illustrano criticamente le tecniche adottabili, illustrando significativi esempi reali.
La parte centrale del corso esamina le valutazioni della sicurezza di una costruzione esistente, illustrando i metodi per il calcolo della probabilità di crisi. In tale contesto viene posto in evidenza come l'operare su costruzioni esistenti consenta il reperimento diretto di informazioni dall'opera, che possono essere utilizzate per aggiornare le informazioni *a priori* già disponibili.
La terza parte del corso riguarda le costruzioni in calcestruzzo. Viene illustrata la diagnosi dei dissesti attraverso la lettura del quadro fessurativo e l'utilizzo dei principali metodi di prove non distruttivi o poco distruttivi. Si studiano quindi le principali tecniche di rinforzo e i meccanismi di trasferimento delle sollecitazioni tra calcestruzzo in opera e nuovi materiali; viene infine fatto un cenno ai procedimenti di rinforzo delle fondazioni, sia per strutture in CA che in muratura.
Nelle esercitazioni, oltre alla presentazione di aspetti pratici e normativi dell'intervento sull'esistente, viene sviluppato un progetto di rinforzo su un edificio in muratura o in CA. Nelle ore di laboratorio / cantiere vengono sperimentate alcune tecniche di prove non distruttive e vengono effettuate visite su cantieri di ristrutturazione.

PROGRAMMA

1. Il materiale muratura. [8 ore]
Resistenza a compressione (modello di Hilsdorf). Comportamento delle pareti snelle compresse (modello di Augusti e comportamento reale). Resistenza al taglio.

2. Comportamento degli edifici in muratura. [12 ore]
Classificazione in base alla tipologia. Analisi per carichi verticali. Verifiche locali. Analisi per forze orizzontali. Comportamento sismico degli edifici in muratura. Metodo POR. Richiami sul calcolo degli archi e delle volte. Richiami sul metodo degli elementi finiti. Interpretazioni del quadro fessurativo.

3. Criteri e tecniche di intervento su edifici in muratura. [6 ore]
Criteri di intervento. Dissesti statici e geometrici, deterioramenti ambientali.
Tecniche di intervento: tecniche che modificano il materiale; tecniche che modificano lo stato tensionale.

4. Esempi di valutazione statica e di intervento. [4 ore]

5. Impostazione della valutazione della sicurezza. [10 ore]
Variabili aleatorie. Dominio di sicurezza e probabilità di crisi. Lo spazio delle variabili aleatorie normalizzate. Valutazione operazionale delle probabilità di crisi (livello 2). Significato del vettore *beta* e dei suoi coseni direttori. Il livello 1. Aggiornamento

bayesiano di una variabile aleatoria con i risultati di misure sull'opera. Effetti dell'aggiornamento delle variabili aleatorie.

6. *Consolidamento delle costruzioni in CA e CAP.* [12 ore]
Diagnosi del degrado e del dissesto. Lettura ed interpretazione del quadro fessurativo. Fessure di origine statica e geometrica.
Tecniche di misura non distruttive o poco distruttive: carotaggi, misure ultrasoniche, sclerometro, pacometro, mappe di potenziale, misure di *p*H.
Richiami sul calcolo del CA e del CAP. Zone non alla DS: comportamento a *struts and ties*. Meccanismi di trasferimento delle sollecitazioni tra *cls* in opera e nuovi materiali. Materiali e tecniche di rinforzo.

7. *Esempi di intervento su costruzioni in CA e CAP.* [4 ore]

8. *Rinforzo delle fondazioni.* [4 ore]
Metodo tradizionale.
Metodi moderni: micropali, tiranti, paratie, *jet grouting*.

ESERCITAZIONI
1. Murature: tipologie, letteratura scientifica storica, prove sulle murature, normative, interpretazione dei segni di dissesto. [4 ore]
2. Metodi di consolidamento degli edifici in muratura. [6 ore]
3. Presentazioni di esempi di analisi e intervento su edifici in muratura. [6 ore]
4. Metodi di consolidamento di edifici in *c.a.* [6 ore]
5. Presentazione di esempi di analisi e intervento su edifici in *c.a.* [6 ore]
6. Visite su cantieri di consolidamento ed esercitazioni in laboratorio. [8 ore]
7. Assegnazione delle esercitazioni progettuali e correzione progressiva degli elaborati. [24 ore]

BIBLIOGRAFIA. Il materiale didattico (copie degli acetati delle lezioni, testi in fascicoli, esempi di progetti) sarà reso disponibile nel corso delle lezioni. Una bibliografia sui singoli argomenti sarà indicata durante il corso.

ESAME.
L'esame consiste in una discussione dell'elaborato progettuale realizzato dallo studente, seguito da una interrogazione orale sugli argomenti delle lezioni ed esercitazioni.

D0930 Costruzione di gallerie

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali)
Docente: Nicola Innaurato (collab.: D. Peila, P.P. Oreste)

Il corso si propone di fornire gli elementi fondamentali e le nozioni indispensabili aggiornate sugli aspetti tecnici della costruzione delle opere sotterranee, con particolare riguardo alle gallerie, in rapporto sia ai problemi di abbattimento, sia di stabilità delle opere, sia, infine, in rapporto alla messa in opera dei rivestimenti (concezione e calcolo dei medesimi) sia dei problemi operativi che ne conseguono (tra cui l'ambiente di lavoro e la sicurezza); costi e termini contrattuali.

REQUISITI. È auspicabile che gli allievi possiedano una preventiva conoscenza delle discipline di base, quali: *Scienza delle costruzioni, Ingegneria degli scavi, Principi di geotecnica, Meccanica delle rocce, Geotecnica.*

PROGRAMMA

Introduzione. [3 ore]
Classificazione delle gallerie. Forma e sezione in rapporto alla loro finalità ed alla stabilità. Problemi inerenti al tracciato (pendenza, curve, superamento di accidenti geologici).

Studi preliminari all'apertura di gallerie. [10 ore]
Studio di fattibilità; dati ricavabili dalle relazioni geologiche; ampliamento delle informazioni disponibili mediante sondaggi, scavo di cunicoli, prove geotecniche in sito, costruzione del profilo geomeccanico, geoidrologico, geotermico lungo il tracciato; elementi necessari per l'esecuzione del profilo geomeccanico; indici di qualità della roccia in posto. Progetto esecutivo.

Classificazione delle rocce.
Classificazioni di Terzaghi, Bieniavski, Barton, Wickham etc. Previsione delle spinte sui rivestimenti, mediante le stesse. [3 ore]
Cenni di topografia sotterranea: tracciamento delle curve, uso del laser, misura dei profili trasversali. [2 ore]

Scavo: metodi e mezzi di scavo in rocce coesive.
Scavo in rocce coerenti con esplosivo, principi organizzativi, ciclo di lavoro: perforazione e sgombero. [14 ore]
Scavo a sezione completa con impiego di macchine: la fresa a piena sezione; interazione macchina – roccia; il ciclo di lavoro. Sviluppi attuali nel campo dello scavo con macchine. Cenni sull'analisi dei costi. [13 ore]

Scavo per fasi. [8 ore]
Metodi usati attualmente. Il nuovo metodo austriaco: i principi ispiratori, le applicazioni.

Interazione tra roccia e rivestimento (applicazione delle linee caratteristiche: v. anche apposita esercitazione). [3 ore]

Metodi di scavo in terreni incoerenti ed acquiferi. [12 ore]
Lo scudo; lo scudo sotto aria compressa, lo scudo sotto battente di bentonite, lo scudo a contropressione di fango, lo scudo a contropressione di terra. Sostegni prefabbricati per gallerie scavate con scudo.
Lo spingitubo.
Metodi speciali per il sottopasso dei corsi d'acqua. Applicazione dei metodi allo scavo di gallerie in ambito metropolitano e di condotte (cenni ai metodi di *microtunnelling*).
Problemi tipici della costruzione di gallerie sottomarine. Cenni sullo scavo di gallerie a cielo aperto.

Le strutture di sostegno. [8 ore]
Descrizione tecnologica dei vari tipi di sostegno e loro finalità. Criteri per il calcolo della spinta sui rivestimenti (solidi di carico, teorie di Terzaghi e Caquot calcolo mediante l'analisi delle sollecitazioni calcolo mediante la teoria delle linee caratteristiche (v. sopra)).
Criteri per il calcolo della rigidezza di alcuni tipi di rivestimento.
Principi di calcolo dei rivestimenti immediati. Calcolo di qualche tipo di armatura o rivestimento (v. anche esercitazioni).

Consolidamenti. [2 ore]
Cenni: scavo in terreni o rocce dopo il consolidamento preventivo mediante iniezioni di sostanze chimiche, di malte cementizie, di sostanze bituminose. Metodi operativi a partire dall'esterno, a partire dall'interno, a partire da cunicoli.

Cenni sulle tecniche di completamento delle gallerie. [2 ore]

ESERCITAZIONI
1. Analisi di relazioni geologiche e geotecniche. [4 ore]
2. Calcolo del piano di tiro per l'abbattimento in gallerie. Organizzazione delle operazioni del ciclo. [6 ore]
3. Calcolo della curva caratteristica di una galleria. [4 ore]
4. Scelta di una fresa a piena sezione per lo scavo di una galleria. [8 ore]
5. Calcolo del circuito di smarino idraulico per uno scudo. [2 ore]
6. Calcolo di rivestimenti immediati per galleria. [6 ore]

BIBLIOGRAFIA. Il materiale didattico (testo degli appunti del corso a cura del docente) sarà distribuito durante le lezioni. I testi per i necessari approfondimenti verranno indicati nel corso della prima lezione.

ESAME
La verifica dell'apprendimento verrà svolta mediante esame orale nella forma tradizionale, nel corso dei vari appelli previsti dall'ordinamento. È richiesta la presentazione da parte dell'allievo, all'atto dell'esame, del testo delle esercitazioni svolte. Il voto di esame terrà conto anche della qualità degli elaborati.

D/G0990 Costruzione di ponti

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+2 (ore settimanali); 60+30 (nell'intero periodo)
Docente: Giuseppe Mancini

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso si prefigge lo scopo di fornire agli studenti degli strumenti progettuali nel settore dei ponti e viadotti ed anche, più in generale, nel settore delle grandi strutture. A tale fine le differenti procedure di dimensionamento e verifica, in campo lineare e non-lineare, vengono presentate in stretta connessione alle modalità costruttive più ricorrenti nelle diverse tipologie strutturali.

PROGRAMMA
La parte introduttiva del corso riguarda l'analisi delle procedure costruttive dei ponti nel loro sviluppo storico, con riferimento ai materiali ed alle tecniche utilizzati.
Si entra quindi nell'esame delle tipologie di uso più frequente in relazione alle esigenze dell'utenza e del sito; vengono pertanto trattati da un punto di vista progettuale e costruttivo gli impalcati a piastra (in retto ed in obliquo), a graticcio, con sezione scatolare in *c.a.* e/o *c.a.p.* mono- e pluricellulare, a struttura mista acciaio–calcestruzzo, con sezione a cassone metallico. Ciascuna tipologia viene considerata sia in schema isostatico che iperstatico.
Si trattano di seguito i problemi progettuali e costruttivi di pile e spalle, con riferimento alle tipologie più correnti di fondazioni ed opere di protezione.
Capitolo a sé costituisce la trattazione dei ponti localizzati in zona sismica e dei dispositivi atti a limitare l'entità delle azioni indotte dal sisma.
Segue quindi la trattazione dettagliata dei criteri di progetto dei vincoli, con riferimento alle azioni dirette ed indirette che li interessano.
Per ultimo vengono trattati i ponti di grande luce, strallati e sospesi, con particolare riferimento al loro comportamento nei confronti dell'interazione dinamica con il vento.

D1002 Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti 2

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: G. Franco Capiluppi (collab.: Alberto Vivaldi)

Il corso sviluppa la parte applicativa dell'insegnamento di *Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti*. In particolare si esaminano le metodologie di progetto delle infrastrutture stradali e ferroviarie, il trasporto su rotaia, le opere d'arte stradali minori, lo studio di compatibilità ambientale per le strade, il progetto delle intersezioni viarie, il progetto e la gestione della strada sicura, l'impiego dei bitumi modificati, le tecnologie per i risanamenti delle pavimentazioni.

REQUISITI
Scienza delle costruzioni, Costruzione di strade ferrovie e aeroporti, Geotecnica.

PROGRAMMA

1. Ponti stradali. [8 ore]
Tipologie strutturali, materiali impiegati. Ponti in *c.a.*, *c.a.p.*, acciaio. Ponti in struttura mista. La normativa di riferimento e la sua evoluzione. Le spalle da ponte, le pile. Le pile di grande altezza.

2. Il trasporto su rotaia. [10 ore]
La sede ferroviaria. Componenti del binario, massicciata. Le opere d'arte. Geometria del binario in retto e in curva. Sovrappassi e sottopassi. Realizzazione in esercizio di impalcati. Le stazioni. Metropolitane: vincoli di tracciato e tipologie. I ponti ferroviari, schemi statici e materiali. Soluzioni tipiche per ponti a struttura metallica.

3. Le opere d'arte stradali minori. [10 ore]
Opere idrauliche a difesa del corpo stradale, drenaggi. Tombini e ponticelli, soluzioni tipo. Le azioni esterne dovute al terreno. Spinta della terre in presenza d'acqua e in zona sismica. Tipologia delle opere di sostegno: muri tradizionali (a gravità, in *c.a.*, prefabbricati), soluzioni non tradizionali (terra armata, terra rinforzata, muri cellulari). Interazione rinforzo – terreno. Metodologia di progettazione del rinforzo (uso del polipropilene, del polietilene ad alta densità, del poliestere). Verifiche di stabilità delle varie tipologie. Richiami sui diaframmi liberi e ancorati. Opere a difesa del corpo stradale. Fenomeni di instabilità e interventi di stabilizzazione.

4. Le gallerie. [8 ore]
Andamento planimetrico e profilo delle gallerie profonde. Organizzazione del cantiere. Sistemi di attacco e fasi costruttive. Le spinte sui rivestimenti. Misure di deformazione e di stato tensionale. Gallerie urbane. Sistemi di attacco speciali. Ventilazione delle gallerie. Criteri di sicurezza per l'esercizio di tratti stradali in galleria.

5. Piani urbani di traffico. [4 ore]
Fasi della pianificazione. Modelli previsionali. Classifica funzionale delle strade. Schemi di circolazione, la sosta. Parcheggi e autorimesse, soluzioni strutturali.

6. Gli incroci stradali. [6 ore]
Normativa CNR. Criteri di progetto, livello di funzionalità. Tipi di intersezioni a raso e sfalsate. Elementi compositivi: corsie di decelerazione, curve di ciglio, corsie di immissione. Progettazione delle zone di scambio. Determinazione degli elementi di una rotatoria.

7. *Progetto e gestione della strada sicura.* [4 ore]
Percezione visiva, caratteristiche geometriche, le pavimentazioni. Le barriere stradali (classi di severità dell'impatto, categorie progettuali). Pianificazione della manutenzione stradale. Il collaudo della sicurezza. Indicatori di stato e sistemi di rilevamento.

8. *Sovrastrutture stradali flessibili.* [4 ore]
Valutazione della capacità portante. Calcolo del rafforzamento di una pavimentazione. Tecnologie e materiali per i risanamenti. Leganti bituminosi modificati. Conglomerati drenanti e fonoassorbenti. Criteri di formulazione delle miscele.

9. *Compatibilità ambientale delle strade.* [4 ore]
Riferimenti legislativi. Strumenti e metodi per la VIA. Carte tematiche. Le componenti ambientali. Procedura per la scelta di tracciato. Mitigazione degli impatti e misure di compensazione.

ESERCITAZIONI
1. Verifica di un ponte stradale in *c.a.p.*, ripartizione trasversale dei carichi accidentali.
2. Progetto e verifica di una spalla da ponte.
3. Progetto di un tracciato ferroviario: planimetria, profilo longitudinale, grado di prestazione.
4. Dimensionamento di un sottovia ferroviario a travi metalliche incorporate.
5. Verifica di un ponte stradale a struttura mista in acciaio calcestruzzo.
6. Verifica del rivestimento di una galleria profonda.
7. Verifica di stabilità di un pendio, in presenza di falda.
8. Studio di una intersezione stradale a livelli sfalsati.

È altresì prevista una visita in cantiere stradale o ferroviario per esame delle tipologie costruttive e delle fasi realizzative.

BIBLIOGRAFIA
Una parte del materiale didattico verrà messo a disposizione durante il corso.
Testi per approfondimenti:
G. Tesoriere, *Strade, ferrovie, aeroporti. Vol. 1-2*, UTET.
P. Ferrari e F. Giannini, *Geometria e progetto di strade. Vol. 2*, ISEDI.
C. Blasi e A. Paolella, *Progettazione ambientale*, NIS.

ESAME
La materia d'esame corrisponde al programma svolto a lezione e al materiale didattico fornito. La prova di esame si svolge con una interrogazione orale, durante la quale si discutono i progetti svolti durante le esercitazioni e si pongono almeno 3 domande sugli argomenti svolti a lezione.

D1070 Costruzioni idrauliche

Anno:periodo 5:1. Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+4 (ore settimanali)
Docente: Luigi Butera

Il corso si propone di fornire adeguate basi per la soluzione dei più importanti problemi riguardanti la migliore fruizione delle risorse idriche. Verranno trattati sia gli aspetti tecnici sia quelli economici.

REQUISITI. *Scienza delle costruzioni, Idraulica, Idrologia tecnica.*

PROGRAMMA

Opere per la regolazione delle portate dei corsi d'acqua naturali.
Generalità. Dighe di sbarramento.

Dighe murarie. [15 ore]
Dighe a gravità: ordinarie, a speroni, a vani interni. Dighe a volta: ad arco, ad arco–gravità. Dighe a volta o solette, sostenute da contrafforti.

Dighe di materiali sciolti. [10 ore]
Dighe di terra omogenee, di terra epietrame, zonate, con nucleo di terra per la tenuta, di terra permeabile o pietrame, con manto o diaframmi di tenuta di materiali artificiali.

Opere per il funzionamento di un lago artificiale. [4 ore]
Opere di presa, scaricatori di superficie, scaricatori in pressione.

Opere per la derivazione delle acque. [6 ore]
Generalità. Traverse di derivazione di tipo fisso. Traverse di derivazione di tipo mobile.

Tipi diversi di paratoie. Opere complementari derivazione delle acque a mezzo di traverse fisse o mobili. [10 ore]

Opere per il trasporto e l'utilizzazione delle acque. [15 ore]
Generalità. Opere di adduzione a pelo libero ed in pressione. Bacini di carico. Pozzi piezometrici. Condotte forzate. Opere di restituzione.

Metodi numerici nelle costruzioni idrauliche. [10 ore]

ESERCITAZIONI. Verranno proposti temi eminentemente applicativi relativi alle principali strutture proposte, nonché relativi a significativi aspetti economici. Le esercitazioni saranno integrate, possibilmente, da visite ad impianti.

BIBLIOGRAFIA
Testo di riferimento: Contessini, *Dighe e traverse.*
Testo ausiliario: Arredi, *Costruzioni idrauliche.*

ESAME. Orale, con esame degli elaborati svolti a esercitazione.

D/G 1080 Costruzioni in acciaio

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 45+45 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Roberto Rossetti (collab.: Maurizio Taliano)

Il corso si propone di fornire una visione approfondita delle costruzioni di acciaio. Sono passate in rassegna le varie tipologie strutturali adottate per costruzioni industriali e civili e sono forniti i criteri di dimensionamento.
Da tecnici esperti del settore, sono tenuti seminari sulle attrezzature di officina, sui materiali e i componenti accessori per la realizzazione delle costruzioni metalliche e sui trattamenti protettivi.

REQUISITI. *Scienza delle costruzioni, Tecnica delle costruzioni.*

PROGRAMMA

La prima parte del corso, preceduta da un inquadramento storico, riguarda il materiale acciaio e le sue caratteristiche fisico-meccaniche, le prove di laboratorio relative, le forme e i tipi di profilati in commercio. Sono forniti cenni sulla teoria della plasticità. Sono illustrate le normative italiane ed europee pertinenti.
La seconda parte è dedicata alle analisi dei sistemi e delle tipologie strutturali con riferimento al loro comportamento spaziale ed ai modelli di calcolo.
La terza parte approfondisce l'analisi degli elementi costruttivi semplici e composti e dei collegamenti, delle giunzioni saldate e bullonate; sono studiati con riferimento alla normativa vigente gli elementi misti acciaio–calcestruzzo.
La quarta parte è dedicata allo studio della stabilità degli elementi strutturali: aste compresse, aste inflesse e pressoriflesse, lastre piane e irrigidite.
La quinta parte esamina problemi legati alla fragilità e alla fatica.

1. Inquadramento storico. [2 lezioni]
L'evoluzione dei procedimenti di produzione del materiale, le principali realizzazioni dal secolo XVIII ad oggi.

2. Il materiale acciaio e le sue caratteristiche fisicomeccaniche. [2 lezioni]
Forme e tipi. Profili laminati a caldo. Profili laminati a freddo. Profili in composizione saldata. Tensioni residue. Analisi chimica. Esame macrografico e micrografico. Prove di trazione e piegamento. Prove di resilienza. Prove di fatica. Prove di determinazione delle tensioni interne.

3. Temi di teoria della plasticità. [2 lezioni]
Caratteristiche delle sezioni. Le cerniere plastiche. I teoremi fondamentali.

4. I collegamenti e le giunzioni. [6 lezioni]
I procedimenti di saldatura. Le giunzioni saldate. Le giunzioni bullonate. I collegamenti.

5. Le travi composte acciaio calcestruzzo. [2 lezioni]
Le travi composte acciaio calcestruzzo. I criteri di dimensionamento e verifica. I connettori.

6. Vincoli e apparecchi di appoggio. [2 lezioni]

7. La stabilità degli elementi strutturali. [10 lezioni]
Considerazioni generali. Aste compresse. Aste composte. Instabilità torsionale. Aste

inflesse. Aste pressoinflesse. Instabilità locali. Instabilità di lastre piane. Instabilità di lastre irrigidite. Dimensionamento delle nervature di irrigidimento.

ESERCITAZIONI. L'esercitazione riguarda il progetto strutturale di un edificio industriale con copertura a capriata o a *shed*, servito da carriponte e con un impalcato interno a struttura mista acciaio–calcestruzzo.

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:
G. Ballio, F.M. Mazzolani, *Strutture di acciaio*, ISEDI.
Testi ausiliari:
G. Magenta, *Lavorazioni in officina*, Italsider.
R. Baldacci, G. Ceradini, E. Giangreco, *Plasticità*, Italsider.
D. Danieli, F. De Miranda, *Strutture in acciaio*, Italsider.
E. Dal Pont, V. Nascè, *Tecniche di montaggio*, Italsider.
C.F. Costa, I. Dadoi, F.M. Mazzolani, *Collegamenti saldati*, Italsider.
V. Carputi, E. Nova, *Collegamenti chiodati e bullonati*, Italsider.
L. Finzi, E. Nova, *Elementi strutturali*, Italsider.
P. Matildi, C. Foti, A. Sollazzo, *Tensostrutture e sistemi reticolari spaziali*, Tensiter.
P.J. Dowling, J.E. Harding, R. Bjorhovde, *Constructional steel design*, Elsevier.

ESAME
L'esame consiste in una prova orale della durata di circa 30 minuti. La materia d'esame comprende l'intero programma svolto a lezione e a esercitazione, durante l'esame si cerca di cogliere la capacità di applicazione alla pratica delle nozioni acquisite.

D/G 1090 Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso

Anno:periodo 4,5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Pier Giorgio Debernardi (collab.: Francesco Biasioli)

Il corso si propone di fornire una preparazione specifica nella progettazione di strutture in calcestruzzo armato e precompresso basata sugli sviluppi più recenti delle normative nazionali ed internazionali. I procedimenti di calcolo sono basati sul metodo semiprobabilistico agli stati limite quale contemplato nell'Eurocodice 2, nel Model Code del CEB e nella vigente normativa nazionale. Le esercitazioni sono rivolte all'applicazione della teoria e alla redazione di progetti strutturali concernenti un edificio di civile abitazione e una struttura precompressa.

PROGRAMMA

1. Introduzione al corso. [2 ore]
Evoluzione delle normative. Considerazioni sui metodi di calcolo. Trattazione unitaria delle strutture in *c.a.*, *c.a.p.*, *c.a.p.p.*

2. Le basi della sicurezza. [3 ore]
Stati limite; probabilità di rottura; valori caratteristici; coefficienti di sicurezza parziali; le azioni; combinazione delle azioni allo stato limite ultimo; combinazione delle azioni allo stato limite di esercizio; incertezza di modello.

3. Schematizzazione delle strutture. [2 ore]
Geometria; telai a nodi fissi e a nodi mobili; imperfezioni costruttive.

4. Il calcestruzzo. [4 ore]
Confezione e caratteristiche del calcestruzzo fresco; caratteristiche meccaniche; schematizzazioni di calcolo; caratteristiche reologiche; metodi per il calcolo delle deformazioni di *fluage* e ritiro; teorema dell'isomorfismo; vincoli posticipati.

5. Gli acciai per cemento armato. [2 ore]
Tipologia; caratteristiche meccaniche; duttilità; schematizzazioni di calcolo; aderenza; comportamento a fatica.

6. Gli acciai per precompressione e i dispositivi per la precompressione. [2 ore]
Tipologia; caratteristiche meccaniche; schematizzazione di calcolo; rilassamento; fatica; cavi, guaine, iniezioni; ancoraggi; accoppiatori.

7. Effetti della precompressione. [8 ore]
Cavo risultante, fuso limite rendimento della sezione; stabilità della precompressione; metodo degli stati di coazione; metodo delle forze concentrate; metodo dei carichi equivalenti; iperstatiche di precompressione; cavo concordante; teorema di Guyon; perdite per attrito; rientro degli ancoraggi; calcolo delle perdite per *fluage*, ritiro e rilassamento; esempi di tracciati di cavi.

8. Sforzo normale e flessione. [6 ore]
Campi di deformazioni a stato limite ultimo; diagrammi momento / curvatura; diagrammi di interazione; metodo di progetto della sezione rettangolare; tabelle universali per la flessione semplice; sezione a T; applicazione delle tabelle universali per la pressoflessione; pressoflessione deviata, diagrammi a rosetta; verifica della sezione precompressa.

9. Taglio. [4 ore]
Reticolo di Ritter – Mörsch; comportamento sperimentale; travi non armate a taglio; verifica a stato limite ultimo; metodo tabellare; collegamento ala / anima travi a T; carichi in prossimità degli appoggi; travi precompresse.

10. Torsione. [2 ore]
Comportamento sperimentale; schema a traliccio spaziale, determinazione degli sforzi; verifiche a stato limite ultimo; sollecitazioni composte.

11. Punzonamento. [2 ore]
Verifiche a stato limite ultimo; disposizione delle armature.

12. Calcolo delle sollecitazioni. [4 ore]
Considerazioni sul comportamento sperimentale; capacità di rotazione plastica; calcolo elastico con ridistribuzione; calcolo plastico; calcolo non lineare.

13. Strutture soggette ad effetti del secondo ordine. [3 ore]
Metodo *P–Delta*; verifica allo stato limite ultimo; colonna modello; metodo tabellare.

14. Stati limite di esercizio. [5 ore]
Armatura minima; verifica delle tensioni massima; effetti del *fluage* e del ritiro sullo stato di tensione; verifica a fessurazione; calcolo dell'apertura delle fessure; stato limite di deformazione; calcolo delle frecce.

15. Durabilità. [2 ore]
Permeabilità, carbonatazione; ricoprimenti delle armature.

16. Disposizioni costruttive. [3 ore]
Lunghezze di ancoraggio; sovrapposizione; esempi di disposizioni delle armature.

17. Zone di discontinuità. [2 ore]
Metodo *struts and ties* per il calcolo degli sforzi.

18. Testate di travi precompresse. [2 ore]
precompressione con cavi post tesi. precompressione con cavi pre tesi.

ESERCITAZIONI

Le azioni (nuovo Decreto ministeriale). [4 ore]
Sforzo normale e momento flettente. [4 ore]
Taglio. [2 ore]
Momento torcente. [2 ore]
Punzonamento. [2 ore]
Instabilità. [2 ore]
Stati limite di esercizio. [2 ore]
Particolari costruttivi. [6 ore]
Materiali, durabilità. [4 ore]
Progetto di un edificio di civile abitazione. [12 ore]
Progetto di una struttura precompressa. [10 ore]

BIBLIOGRAFIA
Parte del materiale didattico verrà messo a disposizione durante il corso.
Documentazione necessaria:
Normativa italiana.
Eurocodice 2.
Testi ausiliari, per approfondimenti:
F. Leonhardt, *C.a. e c.a.p., calcolo di progetto e tecniche costruttive*, Ed. Scienza e tecnica.
A. Migliacci, *Progetti di strutture*, Masson.
G. Toniolo, *Elementi strutturali in cemento armato*, Masson.
G. Toniolo, *Cemento armato, calcolo agli stati limite*, Masson.
C. Cestelli Guidi, *Cemento armato precompresso*, Hoepli.
F. Biasioli, P.G. Debernardi, P. Marro, *Eurocodice 2, esempi di calcolo*, Keope.
I. Carbone, *Eurocodice 2, programmi di calcolo*, Keope.
CEB - FIP Model Code 1990.

ESAME
La materia d'esame corrisponde interamente al programma svolto a lezione e richiede la conoscenza operativa dei casi progettuali e di verifica affrontati ad esercitazione.
L'esame si svolge in una unica fase e consiste nella risoluzione scritta di un problema su un argomento trattato ad esercitazione, per una durata circa 20 minuti (è consentito l'uso delle normative e dei supporti didattici forniti) e in una parte orale, ove possono essere discussi i progetti svolti durante le esercitazioni e vengono poste circa 3 domande teoriche sui temi trattati a lezione per una ulteriore durata di 30-45 minuti.
Il punteggio è valutato su un giudizio complessivo, dando prevalente importanza agli aspetti concettuali piuttosto che all'apprendimento mnemonico.

D/G1110 Costruzioni in zona sismica

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Alessandro De Stefano (collab.: Rosario Ceravolo, Donato Sabia)

Il corso intende fornire gli strumenti metodologici e operativi per affrontare la progettazione e l'analisi di strutture, a tipologia corrente, in zona sismica. Una prima parte del corso è dedicata alla comprensione e allo studio delle procedure di calcolo e misura della risposta dinamica delle strutture. Tale tema costituisce base culturale e propedeutica fondamentale per gli argomenti successivi.
La parte del corso propriamente dedicata all'ingegneria sismica è a sua volta suddivisa in due capitoli diversi e sostanzialmente indipendenti. Nel primo si trattano i fondamenti della sismologia applicata e si affronta la valutazione del rischio sismico su scala territoriale. Nel secondo si affronta il tema dell'analisi e del progetto di singole strutture nell'ambito del quadro normativo nazionale e internazionale, dedicando attenzione alle conseguenze comparate dell'applicazione di una o dell'altra norma.

REQUISITI
Il corso richiede una preventiva conoscenza degli argomenti dei corsi di base dell'ingegneria strutturale (*Scienza delle costruzioni 1* e *Tecnica delle costruzioni 1*). È auspicabile la conoscenza dei contenuti dei corsi di *Scienza delle costruzioni 2* e soprattutto di *Costruzioni in cemento armato*, ove si tratta diffusamente il metodo di verifica agli stati limite, ampiamente richiamato dalle normative internazionali.
Alcuni argomenti di matematica sono richiamati nell'ambito del corso, tuttavia il compito degli allievi è ampiamente facilitato dalla frequenza del corso di *Calcolo numerico*.

PROGRAMMA

Parte 1. Dinamica strutturale

Equazioni generali della dinamica.
Equilibrio diretto: equazione di D'Alambert.
Approcci di tipo energetico: equazione di Lagrange e teorema dei lavori virtuali.
Metodi variazionali basati sulla ricerca del percorso di minima energia: teorema di Hamilton.

Oscillatore semplice.
Equilibrio dinamico vettoriale.
Risposta dell'oscillatore lineare smorzato a eccitazione armonica, periodica e oscillante aperiodica: analisi nel dominio della frequenza e del tempo.
Risposta dinamica su eccitazione casuale: correlazione e covarianza temporale; densità di potenza spettrale; funzioni di trasferimento ingresso – risposta.
Valutazione sperimentale dello smorzamento.
Smorzamenti non viscosi.

Dinamica dei sistemi strutturali discretizzati.
Formulazioni di modelli FEM lineari partendo dal teorema dei lavori virtuali.
Costruzione delle matrici di rigidezza e massa in forma discreta (*lumped*) e distribuita (*consistent*).

Analisi modale.
Sistemi monodimensionali continui.
Sistemi discretizzati con smorzamento convenzionale e non-convenzionale.
Cenni di analisi modale sperimentale.

Risposta dinamica dei sistemi non lineari.
Analisi nel dominio del tempo con integrazione al passo.

Parte 2. Ingegneria sismica.

Elementi di sismologia applicata.
Valutazione del rischio sismico.
Intensità, *magnitudo*, leggi di attenuazione e scale sismiche.
Stima della pericolosità del sito su base geotettonica (metodo di Cornell).
Stima della pericolosità del sito su base storica.
Analisi di vulnerabilità.

Analisi strutturale.
Analisi statica equivalente.
Analisi modale tridimensionale e calcolo dei coefficienti di partecipazione.
Scelta del terremoto di progetto.
Analisi modale applicata alla risposta sismica mediante integrazione nel tempo con terremoto simulato.
Analisi modale applicata alla risposta sismica mediante spettro di risposta .
Analisi modale applicata alla risposta sismica mediante funzione di trasferimento e densità spettrale di potenza del terremoto.

Applicazione comparata delle norme sismiche (DM e EC8).
Applicazione dello spettro di risposta all'oscillatore elasto-plastico.
Verifica elastica agli stati limite.

Dettagli costruttivi e criteri generali di progetto.
Strutture in acciaio.
Strutture in cemento armato.
Strutture in muratura.

Cenni su riparazione e adeguamento di strutture di varie tipologie.

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni sono strettamente correlate alle lezioni e prevedono, in larga misura, lavori applicativi eseguiti dagli studenti con l'assistenza e la supervisione del docente e dei collaboratori. Le esercitazioni svolte sono raccolte in un elaborato valutato in sede di esame. Gli argomenti di esercitazione sono i seguenti:

Richiami di matematica. [10 ore]
Algebra complessa.
Equazioni differenziali.
Calcolo operazionale (trasformata di Fourier).
Elementi di statistica.

Dinamica strutturale.
Oscillatore semplice. [14 ore]
Risposta ad eccitazione periodica.
Risposta ad eccitazione impulsiva.
Risposta ad eccitazione aleatoria isolamento dalle vibrazioni prodotte da macchine.
Analisi modale. [6 ore]
Applicazione su struttura intelaiata a masse concentrate.
Applicazione su struttura a mensola con massa concentrata e distribuita.

Ingegneria sismica.
Analisi strutturale. [30 ore]
Analisi statica equivalente su edifici intelaiati secondo normativa italiana vigente.
Analisi statica equivalente su edifici intelaiati con mensole di controvento secondo normativa italiana vigente.
Analisi statica equivalente su edifici in muratura secondo normativa italiana vigente.
Analisi statica equivalente su un muro di sostegno controterra secondo normativa italiana vigente.
Analisi dinamica con spettro su edifici intelaiati secondo normativa italiana vigente.
Analisi modale tridimensionale con calcolo di coefficienti di partecipazione modale e combinazione dei modi secondo l'Eurocodice 8.

Nell'ambito della dinamica strutturale si utilizza il Laboratorio del Dipartimento per illustrare alcuni metodi di sperimentazione dinamica. Si utilizza il LAIB come supporto operativo per lo svolgimento delle esercitazioni.

BIBLIOGRAFIA
Data la natura tuttora evolutiva degli argomenti trattati non si indica un testo di riferimento specifico. Il materiale didattico viene messo a disposizione degli studenti sotto forma di manoscritto. Gli studenti sono tenuti a dotarsi delle normative italiane vigenti. Si indicano tuttavia alcuni testi ausiliari di utile consultazione:
Newmark, E. Rosenblueth, *Fundamentals of earthquake engineering*, Prentice Hall, 1971.
Gavarini, *Dinamica delle strutture*, ESA, Roma.
Gavarini, *Ingegneria sismica*, ESA, Roma.
Castellani [et al.], *Costruzioni in zona sismica*, Masson, Milano.
Park, T. Paulay, Reinforced concrete structures, Wiley, New York.
Bo, *Appunti di dinamica sismica*, CLUT, Torino.

ESAME. L'esame si svolge esclusivamente in forma orale, previa valutazione degli elaborati di esercitazione.

D1120 Costruzioni marittime

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Michele Di Natale

Il corso si propone di fornire le conoscenze necessarie per un corretto dimensionamento delle più diffuse opere marittime (difese dei litorali, strutture portuali, strutture *offshore*). Nella prima parte del corso sono trattati argomenti di idraulica marittima mentre, nella seconda parte, si affronta il problema dell'interazione moto ondoso – strutture.

REQUISITI
Idraulica, Scienza delle costruzioni, Tecnica delle costruzioni, Geotecnica.

PROGRAMMA

1. Cenni di oceanografia fisica. [2 ore]
Oceani e mari. Caratteristiche fisico-chimiche dell'acqua di mare. Livello marino. Morfologia del fondo marino.

2. *Oceanografia dinamica.* [2 ore]
I moti di oscillazione e di corrente nel mare. Cause di generazione e fattori di smorzamento del moto ondoso. Le onde di gravità. La schematizzazione del mare reale mediante onde regolari ed irregolari.

3. *Lo studio del moto ondoso regolare.* [20 ore]
Le teorie rotazionali e irrotazionali. La teoria di Airy. Onde di altezza finita (teoria di Stokes, teoria delle onde cnoidali, l'onda solitaria).
Fenomeno di riflessione parziale e totale. La diffrazione del moto ondoso. La rifrazione su fondali a leggera acclività. Il fenomeno del frangimento.

4. *Le onde* random. [8 ore]
Cenni sui processi stocastici. Analisi spettrale. Spettri teorici (Jonswap–Moskovitz etc). Le onde caratteristiche. Interpretazione statistica delle onde caratteristiche.

5. *Previsione del moto ondoso.* [6 ore]
Cause di generazione. Classificazione dei venti. Settore di traversia. L'equazione del bilancio energetico nell'area di generazione. Metodo SMB. Metodi spettrali. Formule empiriche.

6. *I porti marittimi.* [2 ore]
Tipologia e classificazione. Le opere di difesa esterne. Le opere interne (bacini, banchine, calate, pontili ecc.). I porti turistici.

7. *Le dighe frangiflutti a gettata.* [4 ore]
Tipologie e caratteristiche costruttive. Criteri di dimensionamento e di verifica.

8. *Le dighe frangiflutti a parete verticale.* [4 ore]
Tipologie e caratteristiche costruttive. Criteri di dimensionamento e di verifica.

9. *Elementi di morfologia costiera.* [6 ore]
Linea di costa. Unità fisiografica. Dinamica dei sedimenti in assenza e in presenza di frangimento. Trasporto solido. Modellamento di tipo trasversale e di tipo longitudinale. Cause dei fenomeni di erosione costiera.

10. *Opere per la protezione dei litorali.* [4 ore]
Scogliere emerse e soffolte. Pennelli. Evoluzione della linea di riva. Ripascimenti artificiali ed impianti di *by-pass.*

ESERCITAZIONI

1. Determinazione del campo di moto per un'onda monocromatica progressiva di prefissate caratteristiche. [4 ore]
2. Tracciamento dei piani d'onda in prossimità di una costa. [6 ore]
3. Valutazione del coefficiente di diffrazione intorno alla testata di un frangiflutti mediante l'impiego della teoria di Penney–Price e l'uso degli abachi di Wiegel. [4 ore]
4. Previsione dello stato del mare al largo di un paraggio soggetto all'azione di un evento eolico prefissato (metodo SMB). [4 ore]
5. Previsione dello stato del mare al largo di un paraggio soggetto all'azione di un evento eolico prefissato (metodo spettrale). [4 ore]
6. Proporzionamento e verifica di stabilità della sezione di tronco-struttura e di testata di un'opera a gettata. [6 ore]
7. Proporzionamento e verifica di stabilità della sezione tipo di una struttura foranea a cassoni. [6 ore]

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento: Dispense.
Testo ausiliario: Cerc, *Shore protection manual. Vol. 1-2.*

ESAME. Orale, con esame degli elaborati svolti a esercitazione.

D/G 1360 Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 52+10 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Luciano Orusa

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso costituisce una forma istituzionale di approccio alle materie giuridiche per i futuri ingegneri. Accanto alle nozioni istituzionali di carattere generale viene però sviluppato un complesso di nozioni specifiche relative alle attività professionali degli ingegneri, raggiungendovi da tali punti un certo approfondimento specialistico.

PROGRAMMA
Il programma comprende le principali nozioni circa i concetti di diritto e di Stato, nonché intorno al diritto di famiglia e a quello delle successioni; in forma più ampia ed approfondita si studiano invece i diritti reali e le obbligazioni (con particolare riferimento al contratto di appalto).
In materia di Società viene esaminata con particolare cura la società per azioni. Analoga attenzione è dedicata ai concetti di marchio, azienda, ditta, invenzione industriale. Viene altresì esaminata la tutela dei diritti, con le nozioni fondamentali circa la giurisdizione civile ordinaria e il regime delle prove.
Particolare aattenzione è dedicata alla disciplina del fallimento e delle altre procedure concorsuali. Particolare ampiezza è altresì rivolta agli atti amministrativi, alla tutela nei confronti dell'amministrazione pubblica e alla giustizia amministrativa, all'urbanistica, all'edilizia, alla espropriazione per pubblica utilità, all'esecuzione delle opere pubbliche e all'appalto pubblico.
Circa le specifiche attività professionali degli ingegneri, si esaminano le norme e i principi regolanti la redazione dei progetti edilizi e la loro realizzazione (norme sui cementi armati, norme sulle zone sismiche) ed i principi su cui si basano le responsabilità dell'ingegneria all'interno delle grandi imprese, con particolare riferimento ai danni cagionati dal prodotto.

ESERCITAZIONI. Periti e perizie, responsabilità del progettista e del direttore dei lavori, responsabilità penali dell'ingegnere, norme deontologiche.

BIBLIOGRAFIA
Orusa, *Istituzioni di diritto,* Torino, Giorgio, 1992.
Orusa, Cicala, *Appunti di diritto,* Giorgio, 1991.
È consigliato l'acquisto di un codice civile e di un codice amministrativo.

D1640 Elementi di ecologia

Anno:periodo 5:1
Docente: Alberto Quaglino

Il corso ha lo scopo di avviare lo studente alla conoscenza della struttura e del funzionamento degli ecosistemi naturali nonché dei meccanismi e delle leggi che stanno alla base degli equilibri ambientali. Il fine ultimo è quello di far comprendere, nella loro globalità, cause ed effetti delle alterazioni prodotte dall'uomo ed affrontare con la giusta attenzione i problemi relativi alla gestione, conservazione e recupero dell'ambiente e delle sue risorse.

PROGRAMMA

Ecologia generale. [40 ore]

L'ecosistema come unità e sua struttura. Catene e reti alimentari; livelli trofici. Le piramidi ecologiche. La magnificazione biologica. Ciclo della materia e flusso di energia negli ecosistemi. I cicli biogeochimici dei principali elementi. Biomassa e produzione biologica.
Le popolazioni naturali e la loro dinamica. Meccanismi di controllo delle popolazioni e modelli di sviluppo: competizione e predazione. La polazione umana. L'uomo come predatore: problemi di gestione delle risorse naturali.
Le comunità naturali (biocenosi). Complessità e stabilità delle biocenosi. La biodiversità come indicatore della qualità ambientale. La nicchia ecologica. Evoluzione delle biocenosi: le successioni ecologiche e la comunità *climax*. Gli ecosistemi acquatici: il fiume, il lago, il mare (struttura e funzionamento). Il bosco come esempio di ecosistema terrestre. Gli ecosistemi estremi: la tundra ed il deserto (l'adattamento degli organismi). L'uomo nella biosfera.
L'ambiente umano: l'agroecosistema ed il sistema urbano.
L'impatto dell'uomo sull'ambiente: alterazioni locali e globali.

Ecologia applicata. [30 ore]

Il concetto di inquinamento.
Inquinamento dell'aria. Gli inquinanti atmosferici. Criteri ed indici di qualità. Effetti e danni dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana, sugli animali e sulle piante. Effetto serra, effetto UV, deposizioni acide.
Inquinamento delle acque. Criteri ed indici di qualità. Eutrofizzazione dei laghi e delle aree costiere marine. Problemi e metodologie di risanamento.
Inquinamento del suolo. Suolo agricolo e suolo forestale. Inquinanti, fertilizzanti, pesticidi e lotta biologica.
Recuperi ambientali. Indici di qualità dell'ambiente. Vegetazione reale e potenziale. Riutilizzo degli spazi disponibili.
Opere di ingegneria naturalistica. Legislazione ambientale nazionale e comunitaria.

ESERCITAZIONI
Approccio alla metodologia di Studio di Impatto Ambientale (SIA) e Valutazione di Impatto Ambientale (VIA).
Metodologia d'uso delle matrici.
Esame di progetti di recupero ambientale.

ESERCITAZIONI IN CAMPO
Visita ad un'area boscata denudata a seguito di catastrofe naturale.

Visita ad un recupero ambientale di una cava con coltivazione in sotterraneo.
Visita ad un recupero ambientale di una cava con coltivazione a cielo aperto.

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:
Marchetti, *Ecologia applicata*, Città Studi, 1993.
Testi ausiliari:
A. Misiti, *Fondamenti di ingegneria ambientale*, NIS, 1994.
E.P. Odum, *Principi di ecologia*, Piccin, 1988.
R. Vismara, *Ecologia applicata*, Hoepli, 1989.

G1860 Ergotecnica edile

Anno:periodo 4:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 52+52 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Francesco Ossola

Il corso si prefigge lo scopo di fornire metodi di analisi e strumenti operativi per la pianificazione delle fasi produttive del processo edilizio, in rapporto alle fasi decisionali e progettuali del processo stesso, basandosi su un approccio interdisciplinare quale premessa e garanzia della qualità del prodotto.

PROGRAMMA

Pianificazione delle fasi produttive in edilizia.

A Il contesto generale.
Il processo edilizio: lo schema organizzativo, le principali fasi decisionali, progettuali ed operative, gli operatori ed i loro ruoli.
La produzione industriale ed il settore edilizio: confronto fra i contesti di riferimento tecnici, economici ed organizzativi; la struttura del mercato; la struttura e l'organizzazione d'impresa; il contesto normativo.
L'industrializzazione dell'edilizia: cenni storici; l'evoluzione dell'IE nel tempo; i processi produttivi ed i procedimenti costruttivi.

B Pianificazione dell'intervento specifico.
Introduzione al *project management.*
L'articolazione dell'intervento in fasi significative per complessità funzionale, tecnologica, operativa e temporale.
I piani operativi ed i piani di sicurezza.
I programmi operativi PERT e CPM.
I criteri di progetto, di pianificazione e gestione del cantiere; criteri di scelta delle attrezzature e dei mezzi d'opera.
I piani economici e finanziari dell'intervento; criteri di definizione del costo globale di intervento.
I piani di controllo di qualità anche in rapporto ai principi di durabilità ed affidabilità nel tempo delle parti e del complesso.
I piani di monitoraggio delle costruzioni in una prospettiva di manutenzione programmata; retroazioni sulle fasi progettuali.

C L'appalto.
L'appalto come cerniera tecnica, normativa ed organizzativa per la trasformazione del "progetto" in "prodotto".
Principale normativa di riferimento, anche alla luce delle recenti direttive CEE.
I documenti tecnici, amministrativi e contrattuali di rito.

ESERCITAZIONI
Gli allievi, utilizzando il progetto elaborato nel corso di *Progettazione integrale* o nel corso di *Architettura tecnica 2*, svilupperanno (a scelta) in dettaglio uno dei seguenti temi anche con l'ausilio di strumentazioni informatiche:
a) definizione di piani operativi per le principali tipologie di componenti o manufatti impiegati nel progetto di riferimento;
b) redazione di schede tecniche – grafiche (implementabili) di componenti e manufatti, complete di caratteristiche morfologiche e prestazionali, finalizzate alla stesura dei capitolati speciali d'appalto;
c) redazione dei piani di controllo di qualità di componenti e manufatti, finalizzati alle prescrizioni contrattuali di accettazione e di collaudo, nonché al monitoraggio della qualità nel tempo.
d) Il programma operativo generale dell'intervento; gestione delle risorse e diagrammazione dei flussi di cassa per la stesura dei piani finanziari dell'intervento stesso. Retroazioni sul progetto utilizzato ed eventuale riconsiderazione di alcune scelte tecnologiche operate.

BIBLIOGRAFIA
P.N. Maggi, *Il processo edilizio. Metodi e strumenti di ergotecnica edile*, Città Studi, Milano, 1994.
P.N. Maggi, *Il processo edilizio. Metodi e strumenti di progettazione edilizia*, Città Studi, Milano, 1994.
Durante il corso saranno inoltre forniti agli allievi appunti, dispense, riferimenti bibliografici e normativi per l'approfondimento delle specifiche tematiche trattate.

ESAME
L'esame si svolge in una unica prova orale articolata in due fasi: la prima di discussione del tema monografico svolto ad esercitazione, la seconda di risposta dello studente a 2-3 domande afferenti agli argomenti svolti nelle lezioni. Nella valutazione della preparazione dello studente vengono particolarmente apprezzate le capacità di sintesi e correlazione dei vari argomenti affrontati.

D1870 Esercizio dei sistemi di trasporto

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 50+50 (nell'intero periodo)
Docente: Domenico Di Noto

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso tratta l'organizzazione e l'esercizio delle reti e degli impianti di trasporto terrestri con cenni all'esercizio degli altri sistemi di trasporto. Vengono esaminate le tecniche e le modalità di espletamento del servizio, nonché la struttura e l'organizzazione delle aziende del settore.
Questo corso può costituire un valido supporto per la preparazione professionale degli ingegneri desiderosi di entrare nelle amministrazioni e nelle aziende di trasporto. Il

corso, che si articolerà attraverso lezioni, esercitazioni a carattere monografico e visite ad impianti ed aziende del settore, affronterà anche argomenti finalizzati alla preparazione di chi, all'interno delle aziende industriali, sarà preposto ad effettuare le scelte di politica e strategia dei trasporti.

PROGRAMMA
Reti e sistemi di trasporto: definizioni, descrizione, tipologie, dimensione del settore e suo peso economico.
Trasporti urbani e interurbani su gomma e su ferro.
La funzione della rete stradale, le sue caratteristiche e la sua suddivisione gerarchica (rete comunale, provinciale ANAS e autostradale).
La funzione della rete ferroviaria e le sue caratteristiche (linee FS e linee in concessione).
I mezzi e le tecniche di trasporto: classificazione, descrizione, principali caratteristiche e prestazioni in relazione alle esigenze dell'esercizio.
Le caratteristiche delle principali infrastrutture nodali e terminali del trasporto: classificazione, tipologie, impiantistica e ottimizzazione dell'esercizio. Norme di esercizio e regimi di trasporto.
Organizzazione delle aziende di trasporto: ferroviarie, stradali, intermodali.
Modelli operativi gestionali delle aziende. L'impegno ottimale delle risorse. Tecniche informatiche per il controllo dell'esercizio del trasporto.

Gli argomenti suesposti verranno esaminati nell'ottica sia del trasporto passeggeri che di quello merci.

G2062 Fisica tecnica 2

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Cesare Boffa (collab.: Franco Rubini)

Il corso prende in esame il comportamento termico ed energetico degli edifici nelle condizioni reali, al fine di ottimizzarne le interazioni con il clima esterno e di ottenere, all'interno, condizioni di massimo benessere termoigrometrico, acustico ed illuminotecnico, con il minimo impegno sia in termini di risorse energetiche non rinnovabili, che di costi di realizzazione e gestione.

Il corso è finalizzato a fornire strumenti di calcolo per il controllo energetico ed ambientale della progettazione degli edifici con particolare riferimento al contenimento dei consumi energetici ed alla minimizzazione dell'impatto ambientale.

REQUISITI. *Analisi matematica 1* e *2, Chimica, Fisica 1* e *2, Fisica tecnica.*

PROGRAMMA

1. Introduzione al corso.
Il processo di progettazione; fondamenti della progettazione energeticamente orientata; nozioni generali di trasmissione del calore; il benessere ambientale; il comportamento dell'utenza.

2. *Il clima.*
La temperatura dell'aria; l'umidità dell'aria; la radiazione solare; il vento; dati climatici storici, medi e di progetto; i gradi giorno e le zone climatiche.

ESERCITAZIONI
Analisi dei dati climatici relativi alle varie località italiane.
La temperatura sole–aria: definizione e uso.
Il calcolo della radiazione solare incidente su una superficie delle sue componenti diretta, diffusa e riflessa.
Calcolo degli angoli caratteristici.
Calcolo del fattore solare di finestre composte da vetri di note caratteristiche.

3. *L'involucro architettonico.*
I coefficienti di dispersione volumica; parametri geometrici primari; l'orientazione; i tamponamenti opachi; i ponti termici; le superfici vetrate; dispositivi bioclimatici per il riscaldamento; dispositivi bioclimatici di raffrescamento.

ESERCITAZIONI
Ruolo della inerzia termica e isolamento delle strutture opache.
Ruolo delle superfici vetrate.
Problemi termoigrometrici negli edifici.
Le infiltrazioni e gli infissi.
La ventilazione naturale e l'apertura delle finestre.
I ponti termici: influenza, calcolo e loro correzione.
I componenti solari passivi.
Il *comfort* termico come parametro guida per il dimensionamento dei componenti passivi.
La conduzione in regime sinusoidale: il fattore di attenuazione.
La conduzione in regime sinusoidale: l'ammettenza.
Influenza dell'emissività nel calcolo della trasmittanza di finestre a vetro camera.

4. *Gli impianti di climatizzazione*
Flusso termico e carico termico; gli impianti di riscaldamento; gli impianti di condizionamento; gli impianti di climatizzazione e il risparmio energetico; i parametri di valutazione economica nella scelta di investimenti impiantistici (VAN, PBP); teleriscaldamento e cogenerazione; calcolo degli apporti solari gratuiti interni secondo la normativa vigente.

ESERCITAZIONI
Impianti di riscaldamento con tecnologie tradizionali: centrali termiche tradizionali; corpi scaldanti; rete di distribuzione; regolazione; contabilizzazione del calore; ripartizione delle spese di riscaldamento.
Impianti di riscaldamento con tecnologie non tradizionali: pompa di calore; utilizzo dell'energia solare; collettori solari.
Influenza del clima, dell'utenza e della tipologia edilizia sulla scelta dell'impianto.

5. *Il comfort ambientale.*
Il benessere termoigrometrico; il benessere acustico; il benessere illuminotecnico; il metabolismo.

ESERCITAZIONI
Il bilancio termico del corpo umano.
Valutazione semplificata del benessere termoigrometrico.

6. *L'utenza.*
I profili di occupazione; la produzione di calore endogeno; i profili di funzionamento degli impianti.

ESERCITAZIONI
Influenza dell'utente sul comportamento termocinetico dell'edificio.

BIBLIOGRAFIA
Testi di riferimento:
C. Boffa, P. Gregorio, *Elementi di fisica tecnica, I vol. (estratto) e II vol.*, Levrotto & Bella, 1976.
F. Rubini, *Architettura bioclimatica*, Levrotto & Bella, 1994.
Testo ausiliario:
A. Mazza, *Esercizi di fisica tecnica*, Levrotto & Bella, 1987

ESAME
L'esame comprende l'elaborazione di una relazione scritta e di una prova orale.

D2180 Fondazioni

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 8+6+2 (ore settimanali)
Docente: Renato Lancellotta (collab.: Daniele Costanzo)

Il corso, ha come obbiettivo l'apprendimento dei fondamenti per l'analisi delle strutture interagenti con il terreno. L'approfondimento è spinto a livello progettuale per quanto concerne le strutture più ricorrenti: fondazioni superficiali e profonde, opere di sostegno rigide e flessibili.
Le lezioni prevedono una parte introduttiva dedicata ai metodi per la risoluzione dei problemi al finito, e in tale ambito vengono richiamati i fondamenti di meccanica delle terre e delle rocce. Successivamente viene trattato il problema della caratterizzazione geotecnica del sito e della scelta dei parametri di progetto. Viene dato quindi ampio spazio ai criteri di predimensionamento e di verifica delle fondazioni superficiali (plinti, travi, graticci e platee) e profonde (pali singoli e in gruppo soggetti a diverse condizioni di carico) e delle strutture di sostegno. Con riferimento soprattutto agli ultimi due temi sono esaminati anche gli aspetti esecutivi. Nell'ambito delle esercitazioni viene curata la redazione del progetto delle strutture più ricorrenti.

REQUISITI. È propedeutica la conoscenza della scienza e tecnica delle costruzioni, dell'idraulica e della meccanica delle terre e delle rocce.

PROGRAMMA

1. Comportamento meccanico dei terreni: natura multifase dei terreni, stati fisici e superficie di stato, comportamento in campo elastico, comportamento in campo plastico, criterio di rottura, stato critico.

2. Caratterizzazione geotecnica di un deposito: programma e mezzi di indagine, determinazione dei parametri meccanici da prove in sito.

3. Fondazioni superficiali: capacità portante, calcolo dei cedimenti, progetto delle seguenti strutture: plinto, trave rovescia, reticolo di travi e platea.

4. Fondazioni su pali: generalità, capacità portante dei pali in terreni coesivi, capacità portante dei pali in terreni non coesivi, comportamento dei pali in gruppo, calcolo dei cedimenti, attrito negativo, pali soggetti a carichi orizzontali, tecnologie esecutive, aspetti strutturali.

5. Strutture di sostegno: opere di sostegno rigide, opere di sostegno flessibili, aspetti esecutivi dei diaframmi.

6. Analisi di affidabilità in ingegneria geotecnica: approccio deterministico, approccio probabilistico, stati limite.

BIBLIOGRAFIA

R. Lancellotta, *Geotecnica*, 2. ed., Zanichelli, 1993.
R. Lancellotta, *Geotechnical engineering*, Balkema, 1995.

ESAME. L'esame finale prevede una prova scritta e un colloquio orale.

D/G2190 Fotogrammetria

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Sergio Dequal (collab.: Fulvio Rinaudo)

Il corso fornisce il necessario approfondimento delle moderne tecniche della fotogrammetria, ad integrazione dei cenni svolti nel corso fondamentale di *Topografia*. Affronta i temi attuali dell'impostazione teorica analitica e digitale, della moderna strumentazione, delle applicazioni nei campi della cartografia, dei sistemi informativi territoriali, del rilievo dell'architettura e delle strutture civili e industriali. Le esercitazioni pratiche di laboratorio mettono l'allievo in grado di eseguire autonomamente operazioni di rilievo e di cogliere gli aspetti applicativi nei diversi settori.

REQUISITI. Corso di *Topografia*.

PROGRAMMA

Concetti generali. [4 ore]
L'uso metrico della fotografia, intesa come prospettiva centrale. Terminologia: stella di direzioni, modello stereoscopico, orientamenti interno ed esterno, comparatori e restitutori, cartografia al tratto e fotografica, immagini digitali e *work-station* fotogrammetrica.

Fondamenti analitici. [8 ore]
Sistemi di riferimento immagine, modello, oggetto. Formule di trasformazione spaziale conforme. Definizione di una direzione nello spazio. Il fotogramma e la stella di direzioni. Tangenti di direzione. Direzione misurata, trasformata, orientata. Matrice di orientamento. Derivate delle tangenti di direzione. Equazioni di collinearità e di complanarità. Soluzione analitica dei problemi fondamentali di orientamento: interno, relativo, assoluto. Orientamento assoluto simultaneo di più modelli: triangolazione aerea con il metodo dei modelli indipendenti. Orientamento assoluto simultaneo di più fotogrammi: triangolazione aerea con il metodo dei fasci proiettivi.

La presa fotogrammetrica. [8 ore]
Orientamento interno. Aspetti fotografici: colori, filtri, processo fotografico in *b/n* e a colori. Definizione dell'immagine fotografica: profondità di campo, diffrazione, risoluzione, contrasto, trascinamento. Le camere fotogrammetriche terrestri: alcuni esempi. Progettazione delle prese terrestri. Camere aeree: caratteristiche, componenti, alcuni esempi. Piano di volo. Aerei per prese fotogrammetriche. Camere digitali: tipi, esempi.

La stereo-restituzione. [6 ore]
Con orientamento esterno noto. Con orientamento esterno incognito: orientamento indipendente simultaneo dei due fotogrammi, orientamento in due fasi (relativo ed assoluto). Superfici critiche, errori nell'orientamento relativo. Procedure di orientamento analogiche ed analitiche.

Strumenti di stereo-restituzione. [12 ore]
Il principio dell'osservazione e della misura stereoscopiche. La barra di parallasse. Stereo- e monocomparatori. Raffinamento delle coordinate–immagine. Effetto della curvatura terrestre. I restitutori analitici universali: principi di funzionamento, esempi. Strumenti analitici semplificati. La strumentazione analogica: principi ed esempi. Precisione nell'acquisizione dati con stereo-restitutori: in fotogrammetria aerea e terrestre. Alcuni accorgimenti pratici nella presa e nella restituzione.

Triangolazione aerea. [8 ore]
Generalità. Compensazione dei blocchi con il metodo dei modelli indipendenti. Calcolo separato (planimetria ed altimetria) e simultaneo. Precisioni. Metodo dei fasci proiettivi. Relazioni analitiche. Equazioni normali. Incognite e parametri addizionali. Precisioni, vantaggi e svantaggi dei due metodi. Casi speciali: la TA nella fotogrammetria degli oggetti vicini.

Ortofotografia. [6 ore]
Raddrizzamento di un fotogramma: parametri della trasformazione. Uso dei punti di appoggio. Strumenti per il raddrizzamento. Il raddrizzamento differenziale (ortofoto). Principi analitici e di funzionamento della strumentazione. Suggerimenti pratici per la produzione di ortofoto-piani ed ortofoto-carte.

La fotogrammetria digitale. [8 ore]
Definizione di immagine digitale. Acquisizione: camere digitali, *scanner*. Autocorrelazione a *pixel* intero e *sub-pixel* ai minimi quadrati. Orientamento interno e correzione delle deformazioni mediante ricampionamenti. Ortofoto digitali. Strumenti digitali e procedure semi-automatiche di restituzione (DTM, curve di livello). Cenni sugli operatori di interesse e sul riconoscimento delle forme.

LABORATORIO
Laboratorio di fotogrammetria analogica. [8 ore]
Visione stereoscopica: lo stereoscopio a specchi. Restitutore analogico a proiezione ottica (OMI Photomapper): il principio della ricostruzione del modello stereoscopico. Orientamento relativo ed assoluto.
Esercitazioni di presa. [8 ore]
Camere da presa metriche, semimetriche, non metriche. Progettazione di prese aeree: piano di volo. Prese terrestri: esecuzione pratica di prese terrestri con camere metriche, semi-metriche e non metriche. Progettazione ed esecuzione delle reti di appoggio.
Laboratorio di fotogrammetria analitica. [24 ore]
Esercitazione di presa terrestre di edifici e monumenti. Strumenti analitici semplificati: lo SereoDigit. Procedure di orientamento interno, relativo ed assoluto. Programmi di restituzione di cartografia numerica. Calibrazione di immagini semi-metriche. Procedure di autocalibrazione con uso di poligono di punti noti. Uso del restitutore universale DigiCart 40.
Laboratorio di CAD cartografico e di fotogrammetria digitale. [10 ore]
Cartografia numerica: *editing* del *file* di restituzione. Strutturazione dei dati. Elaborazione di immagini digitali: scansione, correzioni mediante ricampionamenti. Procedure elementari di autocorrelazione e restituzione digitale.

BIBLIOGRAFIA
Testo di riferimento:
K. Kraus, *Fotogrammetria* (trad. S. Dequal), Levrotto & Bella, Torino, 1994.
Testi per approfondimenti:
Manual of photogrammetry, ASPRS, 1976.
Non topographic photogrammetry, ASPRS, 1989.

ESAME. In un'unica prova, vengono analizzati dapprima gli elaborati di esercitazione (tesina), e poi viene verificato l'apprendimento degli argomenti trattati a lezione.

D2200 Fotogrammetria applicata

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Carmelo Sena (collab.: Carlo Alberto Birocco, Guido Malan)

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso si inquadra tra le materie a carattere topografico con struttura indipendente ed autosufficiente nei confronti di corsi affini. Offre una panoramica alquanto completa ed aggiornata delle metodologie e delle apparecchiature atte ad ottenere rilievi fotogrammetrici per applicazioni nei campi dell'ingegneria e dell'architettura (dai rilievi cartografici ai rilievi architettonici, archeologici e di manufatti vari). Fornisce le basi operative, con adeguato livello di approfondimento.

REQUISITI
Possibilmente avere sostenuto le materie di base a carattere matematico e la *Topografia*.

PROGRAMMA

1. Note storiche: nascita e sviluppo della fotogrammetria. Principali campi di applicazione. Limiti. [2 ore]

2. Concetti generali sull'attuale disciplina: principi geometrici ed analitici. Cenni alle matrici di rotazione, nel piano e nello spazio: caso della fotogrammetria aerea e caso della fotogrammetria terrestre. [6 ore]

3. Camere fotogrammetriche aeree e terrestri (con cenni alle camere professionali). Tipi e caratteristiche delle ottiche e dei materiali fotografici utilizzabili. [8 ore]

4. Calibrazione delle camere fotogrammetriche: vari procedimenti per la determinazione dei parametri dell'orientamento interno (distanza principale, posizione del punto principale rispetto alle marche, distorsione radiale e tangenziale). Calibrazione delle camere professionali: vari metodi. [6 ore]

5. Camere per l'acquisizione di immagini digitali: video-camere (in particolare camere CCD); cenno agli *scanner*. Calibrazione delle camere con sensori CCD. [4 ore]

6. Orientamento esterno (relativo ed assoluto) di una coppia di fotogrammi stereoscopici. Struttura di un restitutore analogico e di un restitutore analitico. Restitutori semplificati. [4 ore]

7. Problema dell'appoggio topografico: procedimenti topografici e di triangolazione aerea. [4 ore]

8. Trattazione di problemi di fotogrammetria aerea, con particolare riguardo alla formazione di cartografia a grande e grandissima scala. Progettazione della carta e delle varie operazioni: piano di volo, operazioni di appoggio a terra, triangolazione aerea, strumenti ed organizzazione delle varie fasi, controlli e previsione dei costi Capitolati. Passaggio dal progetto alla realizzazione delle operazioni, con particolare riguardo alla restituzione ed al disegno. Collaudi ed analisi dei costi. [8 ore]

9. Trattazione di problemi di *close range photogrammetry*, con particolare riguardo al rilievo di monumenti e di fotogrammetria terrestre. Progettazione ed organizzazione delle operazioni di presa e di appoggio. Strumenti di presa e di restituzione specifici Esempi di applicazione a vari settori dell'ingegneria, dell'architettura, dell'archeologia, della medicina, ecc. [8 ore]

10. Raddrizzamento ed ortoproiezione: principi geometrici ed analitici. Ingranditori, raddrizzatori ed ortoproiettori, analitici e digitali. Esempi di applicazione in cartografia e nel rilievo di monumenti. [8 ore]

11. Considerazioni sulla fotogrammetria digitale e sulle stazioni di lavoro fotogrammetriche digitali: alcuni esempi. [2 ore]

ESERCITAZIONI

1. Esame ed uso in laboratorio, di alcune strumentazioni di presa fotogrammetrica (*close-range photogrammetry*), quali camere terrestri, camere semimetriche e camere professionali. [4 ore]
2. Camere digitali: composizione di un sistema fotogrammetrico digitale, acquisizione di immagini e generalità sulle immagini digitali. Calibrazione. [4 ore]
3. Concetti per la progettazione di riprese, con vari tipi di camere; scelta di un monumento, sopraluogo e studio delle operazioni di presa. [8 ore]
4. Restitutori analitici: esame delle procedure di orientamento relativo ed assoluto. Utilizzo di strumentazione. [8 ore]
5. Acquisizione in campagna delle riprese fotogrammetriche, sviluppo e stampa. Operazioni di appoggio topografico e sviluppo dei calcoli. [8 ore]
6. Operazioni pratiche di restituzione analitica alla strumentazione, sino a pervenire al prodotto finale, come conclusione dell'operazione di rilievo. [8 ore]
7. Strumentazioni per raddrizzamento ed ortoproiezione: esame ed analisi delle procedure operative. [4 ore]
8. Effettuazione di alcuni programmi di calcolo, per la simulazione di fasi fotogrammetriche fondamentali. [16 ore]

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:
Manual of photogrammetry, American Society of Photogrammetry.
Testi ausiliari:
Handbook of non-topografic photogrammetry, American Society of Photogrammetry.
Kraus, *Fotogrammetria*, Levrotto & Bella, Torino.

ESAME

L'esame consiste in una prova orale che riguarda domande su argomenti trattati e la discussione di una tesina o di un programma di calcolo, sviluppati dallo studente.

G2201 Fotogrammetria applicata (architettonica)

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+2+2 (ore settimanali); 60+30+30 (nell'intero periodo)
Docente: *da nominare*

Il corso fornisce le conoscenze di base delle moderne tecniche della fotogrammetria applicate al rilevamento di organismi architettonici.
Affronta i temi più attuali dell'impostazione teorico-analitica e della moderna strumentazione necessari alla costruzione del modello metrico tridimensionale dell'oggetto analizzato, nonché di alcuni strumenti grafico-descrittivi utili come contributi per un corretto approccio alle tematiche del recupero, del restauro nonché per la catalogazione.

PROGRAMMA
Elementi di teoria delle osservazioni. Fondamenti di statistica e calcolo delle probabilità. Misure dirette e indirette.
Fondamenti analitici della fotogrammetria. Sistemi di riferimento immagine, modello e oggetto. Definizione di una direzione nello spazio. Il fotogramma e la stella di direzioni. Equazioni di collinearità e di complanarità. Soluzione analitica dei problemi di orientamento interno ed esterno.
Sistemi di presa. Camere metriche, semimetriche, amatoriali e soluzione analitica dei problemi connessi ad un corretto uso delle immagini da esse derivanti. Strumenti per l'acquisizione di immagini digitali.
Rilevamento della rete di appoggio. Strumenti e metodi topografici tradizionali e non convenzionali per il rilevamento dei punti di appoggio. Metodologie topografico-fotogrammetriche per la definizione della rete di appoggio.
Sistemi di restituzione tridimensionale. Strumenti di restituzione analitici universali e semplificati. Sistemi monoscopici. Sistemi digitali. Sistemi topografici alternativi per il rilievo tridimensionale. Implementazione dei dati metrici in sistemi informativi dedicati.
Sistemi di restituzione bidimensionale. Principi analitici del raddrizzamento e dell'ortoproiezione. Applicazione di tali metodologie al trattamento di immagini digitali.

ESERCITAZIONI
Esecuzione pratica del rilevamento fotogrammetrico di un organismo architettonico: rete di appoggio, presa e restituzione tridimensionale. Descrizione dei sistemi di restituzione non convenzionale presenti sul mercato.

TESTI CONSIGLIATI
K. Kraus, *Fotogrammetria,* (trad. S. Dequal), Levrotto & Bella, Torino, 1993.
Non-topographic photogrammetry, ASPRS, 1989.
A. Selvini, *Elementi di fotogrammetria*, Città Studi, Milano, 1994.
G. Bezoari, C. Monti, A. Selvini, *La fotogrammetria per l'architettura*, Liguori, Napoli, 1992.
M. Fondelli, *Trattato di fotogrammetria urbana e architettonica*, Laterza, Roma, 1992.

D2240 Geofisica applicata

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Luigi Sambuelli (collab.: Alberto Godio)

Il corso intende fornire agli allievi elementi relativi ai principali metodi geofisici di indagine del sottosuolo, con particolare riguardo alle applicazioni nel campo dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio, nell'ambito delle ricerche idrogeologiche, nello studio geomeccanico di rocce e di terreni e nella caratterizzazione fisica di fenomeni di inquinamento.
Vengono illustrati i principi fisici, le tecniche di misura, di elaborazione e di interpretazione dei dati rilevati sul territorio.
Il corso comprende una parte di esercitazioni durante le quali si descrivono le apparecchiature di misura e le modalità operative di indagine e di elaborazione; si prevedono sperimentazioni pratiche in sito e visite di istruzione presso centri di elaborazione ed interpretazione di dati geofisici. Al termine del corso, qualora possibile, viene organizzato e condotta una campagna di misure della durata di alcuni giorni per lo studio di un problema reale.

PROGRAMMA

Metodo gravimetrico. [8 ore]
Principi fisici ed applicazioni. Caratteristiche del campo gravitazionale terrestre. Strumenti per la misura assoluta e relativa dell'accelerazione di gravità. Modalità di esecuzione di rilievi gravimetrici. Correzione ed elaborazione dei dati. Metodi di separazione delle anomalie regionali e locali. Interpretazione qualitativa e quantitativa delle anomalie di gravità.

Metodo magnetico. [8 ore]
Principi fisici ed applicazioni. Caratteristiche del campo magnetico terrestre. Strumenti per la misura del campo magnetico. Esecuzione di rilievi magnetici. Correzioni ed elaborazione dei dati. Interpretazione qualitativa e quantitativa delle anomalie magnetiche.

Metodi geoelettrici. [20 ore]
Proprietà elettriche dei terreni e delle rocce. Distribuzione di corrente elettrica nel sottosuolo. Metodi della resistività; sondaggi elettrici verticali e profili di resistività. Metodo dei potenziali naturali. Metodo tellurico e magneto-tellurico. Sondaggi elettrici profondi. Metodo della polarizzazione indotta in dominio di tempo e di frequenza. Metodi elettromagnetici. Georadar. Modalità di esecuzione di indagini elettromagnetiche.

Metodi sismici. [20 ore]
Natura e caratteristiche delle onde elastiche. Propagazione delle onde elastiche. Metodo sismico a rifrazione. Modalità di esecuzione di indagini sismiche a rifrazione. Metodi analitici e grafici di interpretazione. Metodo sismico a riflessione. Elaborazione ed interpretazione dei dati. Tomografia sismica. Elaborazione di dati tomografici. Apparecchiature per rilievi sismici. Cenni di sismologia e di geotermia.

Carotaggi geofisici. [4 ore]
Proprietà fisiche delle rocce interessate dalle misure in pozzo. Carotaggi elettrici, acustici, radioattivi, termici. Applicazioni per la valutazione dei giacimenti di idrocarburi e delle falde acquifere.

ESERCITAZIONI
Generalità sulle misure geofisiche. Caratteristiche generale della strumentazione. [4 ore]
Studio teorico e pratico dei gravimetri assoluti e relativi. Esecuzione di profilo gravimetrico in campagna e relativa interpretazione. [10 ore]
Principi di funzionamento dei magnetometri. Esecuzione di rilievo magnetico. Esempio di interpretazione di dati magnetici. [6 ore]
Misure con il georesistivimetro. Esecuzione di un sondaggio elettrico verticale; interpretazione grafica e analitica. [12 ore]
Strumentazione e misure di polarizzazione indotta. Rilievo elettromagnetico. [4 ore]
Principi di funzionamento di apparati sismici. Esecuzione di un profilo sismico a rifrazione; interpretazione con metodi numerici. [8 ore]
Esempio di elaborazione tomografica. [4 ore]
Elaborazione dei segnali geofisici. Tecniche di filtraggio numerico. Convoluzione e correlazione di segnali. Spettri di frequenza. Esempi di elaborazione di segnali geofisici. [8 ore]
Analisi dei costi e valutazione di opportunità di rilievi geofisici. [4 ore]

BIBLIOGRAFIA
Testo di riferimento:
E. Carrara, A. Rapolla, N. Roberti, *Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo : metodi geoelettrici e sismici*, Liguori, Napoli, 1992.
Testo ausiliario:
W.M. Telford, L.P. Geldart, R.E. Sheriff, D.A. Keys, *Applied geophysics*, Cambridge Univ. Press, 1990.

D/G 2280 Geologia applicata

Anno:periodo 3,5:2
Docente: Giampiero Barisone

Il corso fornisce agli allievi le nozioni propedeutiche di mineralogia, litologia e geologia indispensabili per una buona comprensione della geologia applicata all'ingegneria. Vengono poi affrontati, sia pure a livello generale, argomenti prettamente tecnico-ingegneristici, come la caratterizzazione geomeccanica delle rocce tramite prove di laboratorio e *in situ*, l'impiego dei metodi geofisici, la tecnica dei sondaggi e delle perforazioni, il miglioramento *in situ* di rocce e terreni, la geologia applicata alle fondazioni, l'idrogeologia, i problemi di geologia applicata relativi alle grandi infrastrutture (strade, ferrovie, invasi artificiali, ecc.). Particolare rilievo è dato ai problemi connessi con la stabilità dei versanti e alle implicazioni geologico-tecniche nella pianificazione ed uso del territorio.

PROGRAMMA
Per la preparazione all'esame, di importanza fondamentale sono gli appunti presi durante le lezioni e quelli distribuiti durante le stesse; nel programma di massima che segue, le indicazioni bibliografiche riportate alla fine di ogni gruppo di argomenti sono da intendersi come indicazioni generali, talora esuberanti e talora non esaustive degli argomenti stessi. (Tranne che per lo studio dei fenomeni franosi (Civita), i numeri di capitoli e paragrafi sono relativi al primo testo di riferimento (Ippolito et al.)).

Struttura del globo terrestre; cenni di geodinamica (tettonica a zolle, geodinamica interna ed esterna) e di geologia strutturale (pieghe e faglie); cronologia geologica assoluta e relativa.
[2 ore] [Rif.: 1.2; 1.3.1–1.3.6; 1.4.1, 1.4.2, 1.4.5; 1.5]

Principali minerali costituenti le rocce. [3 ore]

Genesi e classificazione delle rocce; processi geomorfologici; carte geologiche.
[3 ore] [Rif.: 1.6 (escluso 1.6.4); 1.7]

Caratteristiche fisiche e meccaniche di rocce e terreni; prove di laboratorio relative.
[4 ore] [Rif.: 2.1.1–2.1.14]

Rocce magmatiche: litotipi principali, composizione e caratteristiche.
[2 ore] [Rif.: 1.4.6–1.4.11]

Rocce sedimentarie: litotipi principali, composizione e caratteristiche.
[2 ore] [Rif.: 1.3.7–1.3.13]

Rocce metamorfiche: litotipi principali, composizione e caratteristiche.
[2 ore] [Rif.: 1.4.13–1.4.16]

Principali impieghi delle rocce nelle costruzioni e requisiti richiesti.
[2 ore] [Rif.: 2.1.16]

Rilevamento geologico tradizionale e strutturale; uso delle foto aeree e da satellite.
[2 ore]

Esplorazione geologico-tecnica del sottosuolo:
indagini geofisiche; [2 ore] [Rif.: 2.3 (escluso 2.3.3)]
sondaggi meccanici; [2 ore] [Rif.: 2.2]
prove *in situ* [2 ore]

Miglioramento *in situ* di rocce e terreni. [4 ore] [Rif.: 2.4 (escluso 2.4.4)]

Metodi di scavo in rocce e terreni. [2 ore]

Problemi geologico-tecnici relativi alle fondazioni; scelta delle tipologie di fondazione in funzione delle caratteristiche della struttura e dei terreni. [8 ore]

Nozioni di idrogeologia: caratteristiche degli acquiferi in mezzi porosi e in mezzi fratturati. Falde acquifere, sorgenti e relative opere di presa. Aspetti geo-applicativi legati allo sfruttamento ed ai possibili inquinamenti (discariche, ecc.). [8 ore] [Rif.: 2.5]

Problemi geologico-tecnici nella progettazione delle grandi strutture di collegamento (strade, ferrovie, canali); scavi e rilevati; valutazione dell'impatto ambientale.
[4 ore] [Rif.: 2.7]

Studio e classificazione dei fenomeni franosi (frane da crollo, scivolamenti planari e rotazionali, ribaltamenti, colamenti, ecc.); interventi a prevenzione e bonifica (attivi e passivi; drenaggi, metodi di rinforzo delle masse rocciose, interventi di protezione indiretta, ecc.) la stabilità dei versanti nella pianificazione territoriale (indagini, redazione ed uso di carte tematiche specifiche, ecc.).
[16 ore] [Rif.: 2.6.1 *p.p.* (solo *Fenomeni di intensa erosione*), 2.6.2, 2.6.3. E l'intero secondo testo di riferimento].

Problemi geologico-tecnici relativi alle dighe ed agli invasi artificiali; tipologia delle dighe, studio della zona di imposta e dell'invaso. [6 ore] [Rif. 12.9.1–2.9.6]

I contributi della geologia applicata alla pianificazione territoriale ad un corretto uso del territorio: carte tematiche e problematiche sismiche, idrologiche e relative all'inquinamento (discariche, ecc.). [6 ore]

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni, che si svolgeranno in aula (30 ore), saranno principalmente dedicate all'illustrazione di rocce ed alla presentazione di casi reali relativi alle varie problematiche esaminate durante le lezioni.
Sono altresì previste alcune esercitazioni sul terreno (facoltative) ed uno dei due "viaggi di istruzione" (di 1-2 giorni), anch'essi ovviamente facoltativi (e subordinati alla messa a disposizione dei relativi contributi da parte del Politecnico).

BIBLIOGRAFIA
Testi di riferimento:
F. Ippolito, P. Nicotera, P. Lucini, M. Civita, R. De Riso, *Geologia tecnica*, ISEDI Petrini, Torino.
M. Civita, *Classificazione tecnica e identificazione pratica dei movimenti franosi*, Levrotto & Bella, Torino.
Testi ausiliari:
P. Colombo, *Elementi di geotecnica*, Zanichelli, Bologna.
A. Desio, *Geologia applicata all'ingegneria*, Hoepli, Milano.
G. Filliat, *La pratique des sols et fondations*, Moniteur, Paris.

D2340 Geotecnica

Anno:periodo 4:2
Docente: Michele Jamiolkowski (collab.: M. Battaglio, D.C.F. Lo Presti, M.L. Tordella)

Il corso si pone l'obiettivo di fornire gli elementi fondamentali riguardanti il comportamento meccanico dei terreni naturali intesi come materiali interagenti con le opere di ingegneria od utilizzati come materiali da costruzione.

PROGRAMMA

La prima parte del corso è dedicata alla descrizione dei terreni naturali dal punto di vista delle loro proprietà fisiche e meccaniche. Successivamente si passa ad esaminare la definizione delle condizioni iniziali descrivibili attraverso lo stato delle tensioni geostatiche totali ed efficaci e mediante l'analisi della storia dello stato tensionale, concetti che presuppongono ambedue l'introduzione del principio delle tensioni efficaci di Terzaghi.
Il corso prosegue con la descrizione delle apparecchiature e delle tecniche sperimentali utilizzati per la determinazione delle caratteristiche di sforzi – deformazioni – tempo e della resistenza al taglio dei terreni non coesivi e coesivi, nonché della loro utilizzazione nelle analisi ingegneristiche.
I risultati della sperimentazione vengono inquadrati nell'ottica delle leggi costitutive semplificate discutendo infine la loro applicazione ad alcuni problemi la finito di interesse fondamentale come valutazione della capacità portante e cedimenti delle fondazioni dirette e calcolo delle spinte sulle opere di sostegno.
Lo sviluppo dei concetti acquisiti durante il corso di *Geotecnica*, nonché il loro utilizzo nella risoluzione di molti problemi di interesse progettuale, trova il suo naturale proseguimento nel corso di *Fondazioni*.

1. Introduzione alla meccanica dei terreni
Origine dei terreni sciolti. Proprietà fisiche. Principio delle tensioni efficaci. Tensioni

geostatiche e loro dipendenza dalla storia dello stato tensionale. Distribuzione delle tensioni indotte da sovracarichi. Flusso stazionario. Flusso transitorio, teoria della consolidazione. Introduzione ai modelli costitutivi che descrivono il comportamento meccanico dei terreni sciolti. Criteri di rottura. Percorsi di sollecitazione.

2. *Determinazione sperimentale delle caratteristiche sforzi-deformazioni-tempo e della resistenza al taglio*
Apparecchiature. Modalità di prova. Tipologie di prova riferite alle condizioni di drenaggio ed ai percorsi di sollecitazione seguiti. Principali risultati sperimentali e loro inquadramento nell'ambito della teoria dello stato critico e delle leggi di elasto-plasticità. Parametri di resistenza al taglio. Parametri di deformabilità. Criteri di scelta dei parametri geotecnici per le analisi di stabilità e delle deformazioni.

3. *Problemi al finito*
Concetto degli stati limite in Ingegneria Geotecnica. Problemi di stabilità. Spinte sulle opere di sostegno. Capacità portante delle fondazioni dirette. Cedimenti delle fondazioni dirette e loro evoluzione nel tempo.

BIBLIOGRAFIA
R. Lancellotta, *Geotecnica*, 2. ed., Zanichelli, 1993.

G2400 Gestione del processo edilizio

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 52+52 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Francesco Ossola

Il corso si prefigge lo scopo di fornire metodi di analisi e strumenti operativi per la gestione e regia delle fasi del processo edilizio, con particolare riferimento al controllo qualità delle fasi progettuali e del progetto.

PROGRAMMA

Parte prima: premesse
Cenni di teoria degli insiemi e dei sistemi finalizzati all'analisi del processo edilizio, inteso come "sequenza organizzata ed interrelata di fasi decisionali, progettuali, produttive e gestionali per la realizzazione e fruizione di beni edilizi".
Cenni di teoria della comunicazione finalizzati all'analisi appropriata delle sequenze iterative "*input* – trasformazione – *output* – *feed-back*" connotanti ogni fase del processo.
La norma come "operatore" di guida e controllo del processo.

Parte seconda: fasi strategiche e decisionali
L'analisi di fattibilità tecnica, economica, giuridico-normativa, operativa e gestionale degli interventi edilizi. Criteri di valutazione preventiva dei "rischi" e dei "benefici" dell' intervento.
Criteri per la definizione del sistema di obiettivi e vincoli da porre a base dell'intervento.

Parte terza: fasi progettuali
Le fasi progettuali e l'intervento edilizio: il ruolo del progetto e la sua "centralità" anche nella pianificazione delle fasi produttive.

Criteri per la definizione di sistemi di requisiti ambientali e tecnologici atti a soddisfare gli obiettivi fissati nelle fasi decisionali.
Il concetto di qualità inteso come "risposta appropriata" ad esigenze espresse in un sistema di obiettivi e vincoli.
Il controllo qualità nelle fasi progettuali.
Analisi delle principali direttive CEE in materia di controllo qualità.
Rinvii e correlazioni con altri corsi di progettazione, con particolare riferimento al corso di *Progettazione integrale.*

ESERCITAZIONI
Gli allievi, utilizzando il progetto elaborato nel corso di *Progettazione integrale* o nel corso di *Architettura tecnica*, o in altri corsi, svilupperanno (a scelta) in dettaglio uno dei seguenti temi anche con l'ausilio di strumentazioni informatiche:
a) sviluppo di schede tecniche-grafiche di componenti e manufatti, complete di caratteristiche morfologiche e prestazionali, redatte in una prospettiva di "controllo qualità" e finalizzate alla definizione di particolari costruttivi progettuali;
b) redazione di piani di controllo di qualità del progetto, valutando sia la rispondenza al sistema di obiettivi e vincoli fissato a monte, sia la completezza ed esaustività dei contenuti progettuali e dei metodi di rappresentazione.
Retroazioni sul progetto utilizzato ed eventuale riconsiderazione critica di alcune scelte funzionali e tecnologiche operate; sviluppo di parte del progetto sulla base delle indicazioni scaturite dal controllo qualità.

BIBLIOGRAFIA
P.N. Maggi, *Il processo edilizio. Metodi e strumenti di progettazione edilizia*, Città Studi, Milano, 1994.
P.N. Maggi, *Il processo edilizio. Metodi e strumenti di ergotecnica edile*, Città Studi, Milano, 1994.
Durante il corso saranno inoltre forniti agli allievi appunti, dispense, riferimenti bibliografici e normativi per l'approfondimento delle specifiche tematiche trattate.

ESAME
L'esame si svolge in una unica prova orale articolata in due fasi: la prima di discussione del tema monografico svolto ad esercitazione, la seconda di risposta dello studente a 2-3 domande afferenti agli argomenti svolti nelle lezioni. Nella valutazione della preparazione dello studente vengono particolarmente apprezzate le capacità di sintesi e correlazione dei vari argomenti affrontati.

D2492 Idraulica 2

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Giannantonio Pezzoli (collab.: Alessandro Pezzoli)

Nel corso vengono approfonditi alcuni argomenti di idraulica già trattati nel corso di base comune a tutti gli allievi civili; si affrontano inoltre problemi particolari (trasporto solido, onde, problemi lagunari ecc.) la cui conoscenza è indispensabile per la formazione dell'ingegnere civile idraulico; queste lezioni di base vengono accompagnate, nelle ore di esercitazione, da introduzioni ad altri argomenti di notevole interesse ed attualità (idrometeorologia, studio di stabilità dei bacini ecc.).

REQUISITI. *Idraulica*

PROGRAMMA

Riepilogo argomenti matematici. [12 ore]
Metodi di soluzione approssimata.
Metodo di Newton.
Funzioni con singolarità.
Metodi di integrazione approssimata di equazioni differenziali.
Metodi di sviluppo di Cauchy.
Metodi c.s. di sviluppo in serie.
Integrali definiti. Metodo fase stazionaria.
Integrazione equazioni quasi armoniche non lineari.
Metodo di Kryloff e Bogoliuboff. Esempi.
Calcolo delle variazioni. Metodo di Eulero.
Metodo di Ritz. Teorema di Kelvin.
Problema di Newton e della brachistocrona.
Teorema di Bernoulli generalizzato. Stramazzo Bélanger.

Moti viscosi permanenti. [6 ore]
Equazioni di Navier. Moto permanente.
Tubo circolare. Tubo ellittico. Sistema anulare.
Tubo a sezione triangolare. Metodi approssimati alla Ritz.
Tubo a sezione rettangolare. Soluzioni approssimate. Stabilità dei moti.

Turbolenza. Richiami e generalità. [10 ore]
Equazioni e tensioni di Reynolds.
Distribuzione di velocità.
Punti angolari nei profili di velocità.
Teoria di Prandtl e Kàrmàn.
Formule di resistenza nei tubi lisci e nei tubi scabri.
Formula di Colebrook. Approssimazioni.
Sviluppo delle formule pratiche per la progettazione.
Formule razionali "alla Colebrook" per la soluzione del problema completo.
Legame fra le costanti K, N e il numero critico di Reynolds.

Onde di traslazione nei canali. [6 ore]
Equazioni di Saint Venant. Approssimazione di Boussinesq.
Attenuazione e instabilità delle onde.
I metodi non lineari per lo studio delle onde.
Esempi di trattazione analitica problemi posti.
Esempi equazioni non lineari.

Onde irrotazionali. Cenni storici e sviluppi attuali. [12 ore]
Soluzione di Stokes. Sovrapposizione di onde e correnti.
Profili dell'onda. Orbite delle particelle in prima approssimazione.
Velocità delle particelle in seconda approssimazione.
Correnti di trasporto legate alle onde.
Frangimento delle onde irrotazionali.
Profondità limite di frangimento. Teoria variazione del frangimento.
Effetto della tensione superficiale sulle onde.
Energia di un'onda. Flusso di energia.
Passaggio di un'onda fra sezioni diverse con e senza riflessione.
Transizione di onde dal largo a riva. Invarianti per le onde. Invariante di Green.

Trasporto solido, al fondo ed in sospensione. [6 ore]
Prime ricerche; impostazione di Shields.
La capacità di trasporto e la portata solida. Meyer, Peter e Müller. Einstein.

Teoria di Pezzoli, applicazioni a casi reali.
Erosione dei versanti; teorie classiche.
Teorie moderne ed applicazioni.

Similitudine e modelli. [6 ore]
Modelli a *Re = cost* e *Fr = cost.* Modelli fluviali.
Modelli a fondo fisso simili e distorti.
Modelli affini e quasi affini. Modelli a fondo mobile. Trasporto incipiente.
Modelli portata solida e applicazioni.

ESERCITAZIONI

1. La meteorologia nella progettazione delle opere idrauliche e nelle problematiche della salvaguardia ambientale: sensori meteorologici; collegamento in rete di sensori meteorologici; cartografia meteorologica; meteosat; radar.
Analisi climatologica della Valle Padana. Analisi qualitativa e quantitativa meteoidrologica: lettura delle carte meteorologiche.
Valutazione dell'acqua precipitabile e teoria della PMP.
Analisi della cartografia meteorologica e idrologica relativa ad eventi alluvionali per il Piemonte.
Analisi delle competenze in materia di protezione civile dei diversi enti statali (comuni, province, regioni, ministeri).
Visita alla centrale meteoidrologica del DITIC. [8 ore]
2. Cenni sulla topologia delle reti idrografiche, sulle similitudini geometriche, sul tracciamento automatizzato delle reti idrografiche e sul relativo tracciamento dell'idrogramma di piena noto lo ietogramma. [2 ore]
3. Esercizi sui complementi di matematica. [4 ore]
4. Cenni sulle misure di portata nei canali a pelo libero; misure di velocità: mulinello idraulico; analisi di un caso reale di monitoraggio di un bacino artificiale (misura di velocità e di direzione del flusso idrico) della Svizzera.
Il misuratore a risalto: analisi con la teoria variazionale; formula approssimata del coefficiente di efflusso. [4 ore]
5. Esercizi sul metodo di K.B.; esercizi sul metodo di Ritz; esercizi sul moto laminare. [2 ore]
6. Il problema Venezia.
Analisi della configurazione lagunare.
Marea astronomica e componente meteorologica; condizioni meteomarine sfavorevoli, risoluzione del problema della salvaguardia di Venezia e della Laguna (paratoie mobili e dighe fisse) e problemi connessi alla navigazione.
Analisi dello stato di inquinamento della laguna veneta; presentazione di un modello per la valutazione del carico inquinante in ambiente lagunare. Esercizi sulle onde. [4 ore]
7. Teoria dell'erosione dei versanti dei bacini imbriferi. Valutazione delle portate solide di erosione dei versanti; esempi numerici. Esercizi sul trasporto solido e sull'erosione dei versanti. [4 ore]
8. Esercizio sul modello idraulico. Commenti sui modelli idraulici presenti nel Laboratorio di Idraulica del Dipartimento. [2 ore]

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:
Appunti del docente consegnati di volta in volta.
Testi ausiliari:
E. Marchi, A. Rubatta, *Meccanica dei fluidi*, UTET, Torino, 1982.
A. Ghetti, *Idraulica*, Cortina, Padova.

D2500 Idraulica ambientale

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Sebastiano Sordo

Il corso si propone di fornire tutte quelle nozioni che non possono trovare spazio nel corso di *Idraulica* di base e negli altri corsi delle materie idrauliche fondamentali per gli indirizzi *Ambiente* e *Difesa del suolo*. Il programma comprende argomenti di idraulica fluviale, di costruzioni marittime e di diffusione e dispersione di inquinanti nei corpi d'acqua superficiali e sotterranei.

PROGRAMMA

Richiami di idraulica. [3 ore]
Impostazione euleriana e lagrangiana per lo studio del moto di un fluido; accelerazioni; equazioni di continuità e di stato.

Analisi dimensionale. [2 ore]
Grandezze fondamentali e dimensionalmente indipendenti; teorema di Buckingham e sue applicazioni.

Moti irrotazionali. [4 ore]
Teorema di Bernoulli esteso ai moti irrotazionali; moti irrotazionali piani; esempi di moti irrotazionali piani.

Il trasporto solido nei corsi d'acqua. [9 ore]
Dimensioni, curve granulometriche e peso specifico dei sedimenti; velocità di sedimentazione dei granuli; equazione di equilibrio per il moto incipiente; velocità critica di erosione; tensioni critiche di erosione; teoria di Shields per il moto incipiente; trasporto solido di fondo; trasporto solido in sospensione; trasporto solido totale; erosione alla base delle pile.

Resistenza al moto dei corsi d'acqua. [4 ore]
Morfologia degli alvei fluviali; formule per la valutazione delle resistenze; morfologia degli alvei torrentizi; formule per la resistenza al moto degli alvei montani.

Andamento planimetrico dei corsi d'acqua fluviali. [2 ore]
Meandri e loro dinamica; leggi di Fargue.

Modelli idraulici dei corsi d' acqua. [4 ore]
Modelli idraulici a fondo fisso; modelli idraulici fluviali a fondo mobile.

Moto ondoso. [14 ore]
Nozioni di oceanografia; onde di gravità regolari e onde di gravità irregolari; onde di gravità regolari secondo la teoria di Stokes ai vari ordini di approssimazione; onde cnoidali; propagazione dal largo alla riva; frangimento; riflessione; rifrazione.

Processi costieri. [6 ore]
Correnti litoranee; trasporto solido; modellamento trasversale.

Processi di diffusione e di dispersione nei corpi idrici sotterranei e superficiali. [6 ore]
Fenomeni di trasporto; equazione di diffusione–dispersione; metodi matematici per lo studio della dispersione di inquinanti nelle falde freatiche e artesiane. Dispersione di inquinanti nei corsi d' acqua.

ESERCITAZIONI
Nelle esercitazioni verranno trattati problemi pratici attinenti gli argomenti svolti a lezione. Più significativamente queste esercitazioni riguarderanno il trasporto solido di fondo, la modellistica dei processi di diffusione e dispersione nelle falde in moto permanente e vario e problemi di idraulica marittima.

BIBLIOGRAFIA
E. Marchi, A. Rubatta, *Meccanica dei fluidi*, UTET, Torino, 1982.
J. Bear, A. Verruijt, *Modeling groundwater flow and pollution*, Reidel, 1992.
W. H. Graf, *Hydraulics of sediment transport*, McGraw-Hill, 1971.
R. L. Wiegel, *Oceanographical engineering*, Prentice-Hall, 1964.

ESAME. L'esame è di tipo tradizionale, orale, e verterà sugli argomenti svolti a lezione nonché sugli elaborati delle esercitazioni.

D2510 Idraulica fluviale

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Marcello Schiara

Il corso si propone di fornire le conoscenze per il corretto intervento sul territorio nell'ambito fluviale e torrentizio. Vi si espongono quindi i tradizionali criteri di progettazione delle opere di regimazione dei corsi d'acqua, criteri considerati attraverso un approccio che è inevitabilmente interdisciplinare. Il rispetto dell'ecosistema fluviale è evidentemente determinante nella definizione degli interventi sui corsi di acqua e su questi aspetti verte la filosofia del corso.

REQUISITI. *Idraulica.*

PROGRAMMA

Parte prima. [10 ore]
La prima parte del corso è introduttiva e riguarda gli elementi di base del reticolo idrografico e la struttura idrogeomorfologica dell'idrosistema nonché i processi biotici che vi si sviluppano. I concetti fondamentali: idrosistema, attività antropica e interferenze con i processi naturali.

La rete idrografica del bacino imbrifero: contesto, caratteri delle zone di produzione, grandi bacini, evoluzione del bacino.
La struttura idro-geomorfologica degli idrosistemi: continuità e discontinuità, tipologie e dinamica dei tratti.
I processori biotici e i processi interni: produttori e produzioni primarie, invertebrati acquatici, popolazioni ittiche.
Gli scambi, interazioni ed evoluzioni in seno all'idrosistema.

Parte seconda. [6 ore]
La seconda parte riguarda i metodi di rilevamento fluviale quali mappe, idrometria, quote del fondo, portate liquide e solide, allo scopo di comprendere l'evoluzione del corso di acqua e le modalità con cui essa si è sviluppata in funzione delle esigenze antropiche: è la base per ogni successiva previsione.
Il rilevamento del corso d'acqua. I livelli: stazioni idrometriche, localizzazione, stru-

menti di misura. Il rilevamento del fondo fluviale: apparecchiature, precisione, banche dati. La misura delle portate liquide: metodologie di misura, correntometri. Scala delle portate.
Il trasporto solido: misura della portata solida al fondo, in sospensione, campionamento del materiale che costituisce il fondo dell'alveo.

Parte terza. [16 ore]
La terza parte, richiamati i fondamenti del moto vario e permanente e le formulazioni più utilizzate per il calcolo della portata solida negli alvei fluviali, è inerente alla modellistica numerica che consente di valutare, entro certi limiti, le conseguenze degli interventi antropici.

Il moto permanente negli alvei fluviali, calcolo dei profili di superficie libera.
Il moto vario e propagazione delle onde di piena (richiami).
Il trasporto solido: forme di fondo e resistenza al moto, formule per il calcolo (richiami).
I modelli numerici: regime di moto sul fondo mobile, soluzione alle differenze finite.
Risposta qualitativa del corso d'acqua.

Parte quarta. [16 ore]
La quarta parte riguarda opere e metodi di intervento sui fiumi: regolarizzazioni del fondo, regolazioni dei livelli e delle portate in funzione degli obiettivi che ci si propone di raggiungere, come protezione dalle piene, navigabilità del corso d'acqua, produzione idroelettrica.

La regolarizzazione del fondo fluviale: interventi temporanei; interventi permanenti. Opere di canalizzazione: rettifiche, restringimenti, diversivi, scolmatori, aree alluvionali. Il controllo delle portate con il metodo dei serbatoi multipli. Il controllo dei livelli, canali navigabili e conche di navigazione.

Parte quinta. [8 ore]
La quinta parte tratta più specificatamente interventi e opere sui torrenti alpini, quali briglie e difese longitudinali, e i fenomeni localizzati di erosione e deposito.

I torrenti alpini: caratteristiche morfologiche dei bacini e del deflusso. Le opere di stabilizzazione, le briglie e le difese longitudinali, conoidi di deiezione.
Le opere di attraversamento degli alvei, erosioni delle pile di ponte.

ESERCITAZIONI, VISITE
Si sviluppano, sin dall'inizio del corso, sul calcolo del moto permanente negli alvei, sulle formule per il calcolo delle portate solide, sulle evoluzioni del fondo erodibile. Il progetto di una diga e di una arginatura completano le esercitazioni. Durante il corso sono previste visite a opere idrauliche fluviali.

BIBLIOGRAFIA
Il materiale didattico, quali testi in fascicoli, copie dei trasparenti presentati nelle lezioni, sarà distribuito nel corso delle lezioni. La bibliografia di riferimento per i necessari approfondimenti futuri sarà illustrata e distribuita durante il corso.

ESAME. La verifica dell'apprendimento è prevista orale, con presentazione delle esercitazioni svolte.

D2550 Idrologia tecnica

Anno:periodo 4:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 5+5 (ore settimanali)
Docente: Michele Di Natale

Il corso si propone di fornire le conoscenze necessarie per effettuare la misura e la stima delle grandezze idrologiche che sono alla base della progettazione delle opere idrauliche e della gestione delle risorse idriche.

REQUISITI. *Analisi 1 e 2, Fisica 1, Idraulica.*

PROGRAMMA

1. Nozioni introduttive. [2 ore]
Il ciclo dell'acqua. Cenni sullo sviluppo storico dell'idrologia. Le grandezze idrologiche.

2. Calcolo delle probabilità e statistica applicata all'idrologia. [20 ore]
Analisi di una serie di dati idrologici. Elementi fondamentali del calcolo delle probabilità. Distribuzioni probabilistiche per variabili casuali discrete (distribuzione binomiale, legge di Poisson) e per variabili continue (distribuzione normale, log-normale, di Gumbel, di Fisher, del *chi*, etc.). Stima dei parametri di una distribuzione. *Tests* statistici. Problemi di correlazione e regressione.

3. Caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici. [2 ore]
Parametri di forma. Struttura idrogeologica. Reticolo fluviale.

4. Afflussi meteorici. [6 ore]
Misura delle precipitazioni liquide e solide. Stima degli afflussi. Curva di possibilità pluviometrica. Distribuzione spaziale delle precipitazioni.

5. Deflussi fluviali. [4 ore]
Deflussi superficiali e profondi. Deflussi di magra, di piena e di morbida. Misura delle portate.

6. Perdite idrologiche di un bacino. [4 ore]
Evaporazione. Traspirazione. Accumulo. Infiltrazione.

7. La trasformazione afflussi – deflussi. [4 ore]
Equazione del bilancio idrologico. La pioggia netta. Il coefficiente di afflusso. Modelli idrologici concettuali e sintetici.

8. Le piene fluviali. [12 ore]
Formazione delle piene. Determinazione dell'idrogramma di piena mediante il metodo della corrivazione, dell'invaso lineare, dell'IUH. Stima delle portate al colmo di piena (analisi statistica, modello afflussi – deflussi semplificato, formule empiriche).

9. Propagazione delle piene. [8 ore]
Equazioni di Saint Venant e cenni alla loro integrazione per via numerica. Il modello parabolico e cinematico. Modelli di tipo idrologico (metodo Muskingum). Previsione e controllo delle piene.

10. Utilizzazione delle risorse idriche superficiali. [8 ore]
Impianto a serbatoio: regolazione parziale e totale per diverse funzioni obiettivo.

Impianto a deflusso: curva di durata di un corso d'acqua, coefficienti di utilizzazione del corso d'acqua e dell'impianto.

ESERCITAZIONI

1. Elaborazione statistica di una serie storica di dati idrologici. [3 ore]
2. Determinazione della legge di probabilità che meglio interpreta una serie di dati idrologici. [3 ore]
3. Calcolo degli afflussi meteorici in un bacino mediante l'impiego del metodo delle linee isoiete e dei topoieti. [4 ore]
4. Determinazione della legge di possibilità pluviometrica in una prefissata località. [3 ore]
5. Ricostruzione dell'idrogramma di piena in una assegnata sezione di un bacino idrografico mediante l'uso del metodo della corrivazione. [4 ore]
6. Laminazione dell'onda di piena che passa attraverso un invaso artificiale. [3 ore]
7. Regolazione totale dei deflussi in una assegnata sezione di un bacino idrografico e calcolo della capacità da assegnare all'invaso per ottenere prefissate leggi di erogazione. [4 ore]
8. Regolazione parziale dei deflussi in una assegnata sezione di un bacino idrografico e calcolo della funzione obiettivo mediante la regola del Conti. [3 ore]
9. Analisi dei deflussi medi giornalieri di un corso d'acqua e tracciamento della curva di durata e delle curve relative ai coefficienti di utilizzazione dei deflussi naturali e dell'impianto. [3 ore]

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:
Maione, Moisello, *Appunti di idrologia. Vol. 1.*
Maione, *Appunti di idrologia. Vol. 3.*
Testi ausiliari:
Remenieras, *L'hydrologie de l'ingénieur.*
Tonini, *Elementi di idrografia ed idrologia.*

ESAME. Prova orale con discussione degli elaborati svolti a esercitazione.

G2560 Illuminotecnica

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali); 70+20+10 (nell'intero periodo)
Docente: Augusto Mazza

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso intende fornire le conoscenze necessarie alla valutazione dell'illuminamento naturale ed artificiale per interni ed esterni ed alla elaborazione di progetti di impianti di illuminazione, ampliando e completando le nozioni di illuminotecnica acquisiste dall'insegnamento di *Fisica tecnica*, che costituisce un prerequisito essenziale.

PROGRAMMA

Nella prima parte del corso vengono illustrate le caratteristiche della radiazione ed i processi di scambio radiativo.
Vengono quindi introdotte le grandezze fotometriche ed analizzato il processo della visione in tutti i suoi aspetti; particolare attenzione viene posta nella colorimetria ed in una approfondita analisi dei sistemi colorimetrici.
Vengono quindi prese in esame le sorgenti luminose ad incandescenza, luminescenza e fluorescenza ed i vari tipi di apparecchi illuminanti.

Si passa quindi ad i metodi di calcolo dell'illuminamento diretto (per aree all'aperto, campi sportivi, monumenti, ambienti di grandi dimensioni), seguiti da quelli per ambienti chiusi in presenza di superfici riflettenti.
Vengono approfondite le applicazioni a settori specifici: illuminazione stradale e di gallerie, illuminazione di impianti sportivi, di capannoni industriali, di uffici ed ambienti di lavoro con particolare attenzione ai problemi di conforto visivo ed alle considerazioni economico-energetiche.
Vengono infine trattati i principali aspetti dell'illuminazione naturale con i relativi metodi di calcolo.

ESERCITAZIONI. Calcolo e il progetto di diversi tipi di impianti di illuminazione e misure fotometriche in laboratorio.

BIBLIOGRAFIA
G. Forcolini, *Illuminazione di interni*, Hoepli, Milano, 1988.
G. Parolini, M. Paribeni, *Tecnica dell'illuminazione*, UTET, 1977.

D/G2680 Impianti e cantieri viari

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Guido Caposio (collab.: Gianfranco Boffa)

Il corso è rivolto agli studenti che propendono per un indirizzo di tipo applicativo. Al fine di un esame sistematico e di approfondimento sui temi del settore, vengono sviluppati quegli aspetti e problematiche del processo produttivo comuni a tutti i cantieri per la realizzazione di infrastrutture viarie (stradali, ferroviarie, aeroportuali).
Tali aspetti e problematiche si possono inquadrare in quattro tipologie di base: leggi e norme, gestione, materiali, sistemi operativi. La trattazione della materia inoltre fa sempre specifico riferimento ai contratti del settore, nonché agli aspetti finanziari ed economici.

REQUISITI. *Scienza delle costruzioni, Tecnica delle costruzioni, Costruzione di strade, ferrovie, aeroporti.*

PROGRAMMA

1. Introduzione al corso. [2 ore]
Il programma e lo svolgimento delle lezioni, delle esercitazioni e degli esami.
Tesi di laurea e le visite in cantiere.
Le figure responsabili del processo produttivo nelle varie fasi: di finanziamento, progettuali, costruttive, di verifica e collaudo.

2. Modelli di organizzazione razionale del lavoro. [10 ore]
Aspetti legislativi, contrattuali.
La simulazione dell'esecuzione con le tecniche lineari.
La simulazione dell'esecuzione con le tecniche reticolari (metodo deterministico e statistico) attraverso lo sviluppo delle fasi di pianificazione e programmazione:
analisi del progetto, scomposizione in sottoprogetti, pacchetti di lavoro, attività;
studio dei vincoli;
rappresentazione grafica della rete e numerazione del reticolo;
calcolo della durata delle attività in base a risorse tecniche illimitate; calcolo del

reticolo (eventi, attività, scorrimenti);
determinazione dei percorsi critici, sub-critici, ipercritici;
decisioni.
Ottimizzazione delle risorse tecniche: confronto tra le risorse (materiali, manodopera, sistemi operativi) programmate e le risorse disponibili con e/o bilanciamento delle stesse (eliminazione delle anomalie).
Traduzione in date calendario e lancio delle attività.
Livelli di simulazione.
Controllo dell'attuazione del piano, uso degli scorrimenti.
Decisioni e operatività in aree ipercritiche.

3. *Ottimizzazione delle risorse economiche.* [4 ore]
Aspetti legislativi, contrattuali.
Il costo dell'opera attraverso l'analisi dei prezzi.
Il piano finanziario.
Il flusso di cassa preventivo.
La scopertura finanziaria e bilanciamento delle risorse economiche.
La redditività dell'investimento o la valutazione dei costi / benefici.
Il pagamento del prezzo dell'opera.
Il confronto tra bilancio a preventivo e bilancio a consuntivo.

4. *I materiali da costruzione: il cantiere del calcestruzzo cementizio.* [12 ore]
Aspetti legislativi, contrattuali.
Tipologie e caratteristiche primarie del calcestruzzo cementizio (*cls*) (resistenza, lavorabilità, durabilità, economicità).
Tipologie e caratteristiche di accettazione dei materiali costituenti: leganti cementizi aggregati, acqua, additivi.
Progetto (*mix design*) delle ricette di *cls*, con ottimizzazione mediata di una o più caratteristiche primarie:
curve granulometriche ideali di massima densità;
definizione della curva granulometrica reale a scarto minimo dalla curva ideale (attraverso il metodo del simplesso);
determinazione delle percentuali in massa degli aggregati;
determinazione della massa dell'acqua (di presa, di bagnatura, di saturazione) in base al contenuto di umidità degli aggregati;
determinazione delle masse degli aggregati e dei volumi occupati dagli stessi nel volume unitario di *cls* finito.
I controlli sul prodotto fresco:
prelevamento di campioni di *cls* fresco e finito in cantiere;
preparazione, stagionatura, forma e dimensioni dei provini di *cls*;
determinazione del quantitativo di cemento, della granulometria e della consistenza.
I controlli sul prodotto finito (prove distruttive, semi-distruttive, non distruttive):
prove di compressione;
determinazione della resistenza caratteristica;
il metodo combinato Sonreb (velocità degli ultrasuoni e indice di rimbalzo dello sclerometro);
la prova di estrazione;
la prova di carico con valutazione preventiva del grado di vincolo della struttura.
Il *cls* preconfezionato.
Gli impianti per aggregati e per il *cls*.
Impianti di estrazione, selezione e accumulo degli aggregati;
impianti di produzione del *cls*;
mezzi di trasporto e di distribuzione del *cls*.
Il laboratorio di cantiere.

L'analisi di prezzo del volume unitario di *cls*.

5. *I materiali da costruzione: il cantiere del conglomerato bituminoso.* [12 ore]
Aspetti legislativi, contrattuali.
Pacchetto multistrato della sovrastruttura stradale: funzioni degli strati, classificazione, caratteristiche reologiche e prestazionali delle miscele (dati di progetto).
Tipologie e caratteristiche di accettazione (fisiche, fisico-chimiche, meccaniche, granulometriche e geometriche) dei materiali costituenti: leganti bituminosi, aggregati, *filler*, additivi.
Progetto (*mix design*) delle miscele in prima approssimazione.
Scelta del tipo di bitume e di aggregato;
curve granulometriche ideali di massima densità fuso granulometrico, curva granulometrica ideale (con numero vuoti residui opportuni);
determinazione della curva granulometrica reale;
determinazione della percentuale di legante con il metodo dei vuoti e della superficie specifica;
determinazione della massa delle singole classi di aggregato e bitume;
Impasti di prova.
Controllo delle ipotesi progettuali.
Progettazione in seconda approssimazione (metodo di ottimizzazione Marshall).
Gli impianti per i conglomerati bituminosi.
Tipologie, componentistica e funzionamento degli impianti di produzione;
mezzi di trasporto, per la stesa e la compattazione;
Controlli e il laboratorio di cantiere.
La manutenzione delle infrastrutture viarie.
L'analisi di prezzo del volume unitario di conglomerato bituminoso.

Macchine da cantiere e sistemi operativi. [10 ore]
Aspetti legislativi, contrattuali.
Classificazione per operazione e funzione delle macchine da cantiere per infrastrutture viarie.
Scelta del sistema operativo ottimale.
Produttività e minimo costo di produzione nel tempo disponibile da programma lavori.
Costi orari fissi e di esercizio.
Ammortamento; interessi, assicurazioni e tasse
carburante, lubrificanti e olii, filtri, riparazioni;
operatore;
valore residuo;
Produzione oraria delle macchine ed impianti:
apripista, caricatori, escavatori idraulici, livellatrici, ruspe, compattatori, mezzi di trasporto;
mezzi e impianti di sollevamento;
Uso dei "performance handbook" delle macchine movimento terra.
Analisi di prezzo unitario del movimento di terra.

7. *La pratica amministrativa e contabile per la condotta delle opere pubbliche.* [4 ore]
Aspetti legislativi.
Modalità di esecuzione di un'opera pubblica (o.p.).
Modi di scelta del contraente.
La formazione e la esecuzione del contratto.
La risoluzione delle controversie.

8. *La prevenzione infortuni.* [4 ore]
Aspetti legislativi.

I piani di sicurezza.
Le responsabilità in cantiere degli attori del processo produttivo.
Gli enti di controllo.

ESERCITAZIONI
Molte esercitazioni richiedono l'uso di elaboratore PC. Le esercitazioni vengono sviluppate da gruppi di lavoro costituiti da 4-5 allievi.
Progetto di mescole di conglomerato cementizio di massima densità. [12 ore]
Prova di carico e collaudo statico. [8 ore]
Organizzazione di un cantiere con la tecnica PERT comprensiva dell'ottimizzazione delle risorse (manodopera, sistemi operativi). [18 ore]
Studio di un'offerta con verifica dei prezzi. [8 ore]
Progetto di mescole di conglomerato bituminoso. [8 ore]
Contabilità lavori. [4 ore]

BIBLIOGRAFIA
Testi di riferimento:
Il docente mette a disposizione degli studenti una copia dei seguenti documenti:
dispense sui principali argomenti del corso;
leggi, normative, regolamenti di riferimento;
fotocopia di tutti i traslucidi proiettati durante il corso delle lezioni.
Testi per approfondimenti:
G.M. Golinelli, *Il PERT, una nuova tecnica di pianificazione e controllo dei programmi di lavoro* (Collana CRESME), Giuffrè, Milano.
M. Collepardi, *Scienza e tecnologia del calcestruzzo*, Hoepli, Milano.
G. Tesoriere, *Strade, ferrovie, aeroporti*, UTET.
P. Ferrari, F. Giannini, *Ingegneria stradale*, ISEDI.
Caterpillar Tractor Co., *Caterpillar performance handbook.*
Fiat Hitachi SpA, *Fiat Hitachi performance handbook*, stampato da Grafica Dessì, Torino.
A. Valentinetti, *La pratica amministrativa e contabile nella condotta di opere pubbliche*, Vannini, Brescia.
O. Mainetti, *Guida pratica delle opere pubbliche*, Hoepli, Milano.
A. Cianfione, *L'appalto di opere pubbliche*, Giuffrè, Milano.
ANCE, *Codice usuale dei lavori pubblici*, Edilstampa, Roma.
F. Rossi, F. Salvi, *Manuale di ingegneria civile*, Cremonese, Roma.

ESAME
Gli argomenti d'esame si atterranno alla materia trattata durante lo svolgimento delle lezioni ed esercitazioni. Durante l'anno ciascuna esercitazione verrà valutata.
Il giudizio verrà dunque espresso in base al voto di media delle esercitazioni (peso 1/3) e dal voto di interrogazione orale (durata di 30-45 minuti). La valutazione terrà conto principalmente della maturità "professionale" conseguita sui vari argomenti del corso.

D2800 Impianti speciali idraulici

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Marcello Schiara

Il corso si propone di fornire le conoscenze necessarie per la progettazione degli impianti di irrigazione e di drenaggio dei terreni. Sono parte del corso le reti di distribuzione dell'acqua, sia a superficie libera che in pressione, e gli apparecchi per la misura e la regolazione di portate e livelli.

REQUISITI. *Idraulica.*

PROGRAMMA

Parte prima. [8 ore]
La prima parte del corso è introduttiva e riguarda gli elementi di pedologia del terreno agrario, di movimento dell'acqua nel terreno non-saturo e di fisiologia delle piante.
Gli elementi fondamentali: proprietà fisiche del terreno agrario.
La statica e la dinamica della fase liquida nel terreno non-saturo.
Il movimento dell'acqua nel terreno non-saturo: equazioni del moto, infiltrazione.
Elementi di fisiologia delle piante.

Parte seconda. [8 ore]
La seconda parte è volta a definire i fabbisogni idrici colturali, attraverso il concetto di evapotraspirazione potenziale di riferimento, e quindi il calendario di distribuzione irrigua.
I fabbisogni idrici colturali: evapotraspirazione potenziale di riferimento, metodi di Doorenbos e Pruitt, coefficienti colturali.
Il calendario irriguo: bilancio idrico del terreno, calendario flessibile a domanda, calendario rigido.

Parte terza. [16 ore]
La terza parte sviluppa in dettaglio le modalità con cui l'acqua irrigua può essere distribuita alle colture.
I metodi di irrigazione: per scorrimento, per sommersione, per aspersione, goccia a goccia.

Parte quarta. [16 ore]
La quarta parte riguarda la progettazione delle reti di distribuzione dell'acqua irrigua nei comprensori, reti che possono essere in pressione oppure a superficie libera. La trattazione relativa alle opere di regolazione e misura delle acque vi è sviluppata in dettaglio così come la modellistica delle reti.
Le reti di distribuzione in pressione: dimensionamento, verifica e simulazione di funzionamento con metodi numerici, misura delle portate e delle pressioni con apparecchi registratori.
Le reti di distribuzione a superficie libera: dimensionamento dei canali, regime di moto nella rete e sua simulazione di funzionamento con algoritmi computerizzati.
Le strutture idrauliche per la misura e la regolazione delle acque irrigue.

Parte quinta. [8 ore]
La quinta parte sviluppa teoria e metodi di drenaggio delle acque dai terreni agrari.
Il drenaggio dei terreni: sue funzioni in ambito irriguo, sistemi di drenaggio.
Il progetto dei tubi di drenaggio per il controllo della falda, portate di progetto.
Il progetto dei canali di drenaggio: strutture per realizzarli, stazioni di pompaggio.
Il drenaggio per il controllo della salinità del terreno.

ESERCITAZIONI
Si iniziano con ampie applicazioni della teoria delle correnti a superficie libera (trattata nel corso di *Idraulica*) affinché sia fugata qualsiasi incertezza, essendo la conoscenza di tale argomento di fondamentale importanza. Seguono la progettazione di un apparecchio di misura della portata in corrente a superficie libera, il dimensionamento di un bacino di dissipazione idraulica per correnti veloci, la flessibilità di un nodo idraulico, dimensionamento di un filtro sottostante la protezione del fondo a valle di una struttura. Completa le esercitazioni il progetto di un impianto di irrigazione e associato calendario irriguo oppure quello di un impianto di drenaggio.

LABORATORIO
Nel laboratorio sono sviluppate esercitazioni pratiche relative a un misuratore di portata, quello progettato in sede di esercitazione teorica, e a una rete di canali a superficie libera in cui gli organi di regolazione consentono una ampia sperimentazione sulle diverse condizioni di moto.
Durante il corso sono previste visite ai consorzi irrigui dell'area padana e, se in funzione dei finanziamenti è possibile, anche ad opere di particolare importanza all'estero.

BIBLIOGRAFIA
Il materiale didattico, quali testi in fascicoli, copie dei trasparenti presentati nelle lezioni saranno distribuiti nel corso delle lezioni. La bibliografia di riferimento per i necessari successivi approfondimenti sarà illustrata e distribuita durante il corso.

ESAME. La verifica dell'apprendimento è prevista orale, con presentazione delle esercitazioni svolte.

G2810 Impianti tecnici

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 70+30+12 (nell'intero periodo)
Docente: Giuseppe Ruscica

Nell'ambito della conservazione energetica e del comfort ambientale il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti di analisi e di calcolo per la progettazione dei sistemi edificio-impianto e le soluzioni termotecniche che consentono la riduzione dei consumi con particolare riferimento agli ultimi sviluppi della normativa. Nell'ultima parte del corso si fa cenno alla normativa antincendio e agli impianti relativi. Le esercitazioni sono rivolte alla applicazione della teoria e della normativa e alla redazioni di progetti impiantistici.

REQUISITI. Sono propedeutiche le nozioni acquisite nel corso di *Fisica tecnica*.

PROGRAMMA

1. Richiami di termodinamica. [4 ore]
1. e 2. Principio della termodinamica. Principio di conservazione della portata. Energia utilizzabile e rendimento di 2. Principio. Applicazioni ai sistemi aperti.

2. Richiami di trasmissione del calore. [6 ore]
Conduzione mono- e pluridimensionale. Resistenza termica; pareti piane e cilindriche. Convezione naturale e forzata; resistenza termica equivalente. Irraggiamento; corpi neri e grigi; teoria delle reti elettriche equivalenti; linearizzazione. Applicazioni numeriche.

3. Richiami sul moto dei fluidi. [2 ore]
Moto laminare. Moto turbolento. Calcolo delle perdite per attrito nei condotti. Formule empiriche per il calcolo del coefficiente d'attrito. Applicazioni numeriche.

4. Psicrometria. [4 ore]
Miscele di gas; leggi fondamentali; applicazione all'aria umida. Parametri termodinamici dell'aria umida e loro relazioni. Diagrammi di Mollier e di Carrier e loro utilizzo. Trasformazioni dell'aria umida e loro rappresentazione sui diagrammi. Applicazioni numeriche.

5. Materiali isolanti usati in edilizia. [2 ore]
Trasmissione del calore nei materiali isolanti. Caratterizzazione termofisica. Conduttività. Parametri di scelta. Riferimenti normativi.

6. Trasmissione del vapore nelle strutture edilizie. [2 ore]
Ponti termici e condensazione superficiale. Leggi di Fick; coefficiente di permeabilità al vapore. Permeanza e resistenza alla diffusione. Coefficiente di resistenza riferito all'aria. Diagramma di Glaser; determinazione della zona di condensa e delle masse di vapore accumulate ed evaporate; riferimenti normativi.

7. Calcolo dei carichi termici degli edifici. [6 ore]
Bilancio termico di un edificio in regime stazionario. Esame e significato di tutte le componenti il bilancio. Carichi per dispersione attraverso le pareti opache e vetrate. Carichi per ventilazione e carichi interni. Calcolo del Fabbisogno Energetico Normalizzato (FEN) e limite (FEN_{lim}). Cenni agli sviluppi della normativa.

8. Impianti di riscaldamento. [8 ore]
Condizioni climatiche di riferimento invernali. Impianti ad acqua calda e componenti d'impianto. Normativa sui generatori ed i camini. Centrali termiche. Sicurezza degli impianti ad acqua calda; normativa. Dimensionamento degli impianti e dei componenti. Impianti a bassa temperatura.

9. Calcolo dei carichi termici estivi. [10 ore]
Condizioni clHCWe funzioni trasferimento.

10. Impianti di climatizzazione: componenti. [4 ore]
Dispositivi di miscelazione e di filtraggio. Dispositivi di umidificazione e deumidificazione. Dispositivi di immissione e di distribuzione dell'aria negli ambienti. Gruppi di refrigerazione e torri evaporative.

11. Impianti di climatizzazione: tipologie. [10 ore]
Impianti a sola aria; metodi di dimensionamento. Impianti a sola acqua; metodi di dimensionamento. Impianti misti; metodi di dimensionamento. Esempi di calcolo.

12. Dispositivi di regolazione degli impianti. [2 ore]
Cenni sugli elementi di misura. Cenni sugli elementi di controllo.

13. Il benessere termico. [4 ore]
Il corpo umano ed i relativi bilanci termoigrometrici. Equazione di Fanger. Parametri di correlazione tra sensazione e condizioni termoigrometriche. Metodi di valutazione delle sensazioni termiche (VMP).

14. Sicurezza antincendio, cenni. [2 ore]
I fenomeni di combustione. La dinamica degli incendi. Cenni di prevenzione incendi. Normativa di riferimento.

15. Impianti antincendio. [4 ore]
Dispositivi di difesa passiva degli edifici. Dispositivi di rilevazione. Principi ed impianti di estinzione incendi. Impianti di estinzione manuale. Impianti di estinzione automatica.

ESERCITAZIONI
Progetto termico e dimensionamento di uno scambiatore di calore. [4 ore]
Dimensionamento di una rete di distribuzione di fluidi. [2 ore]
Progetto termico e dimensionamento di una cella frigorifera. [4 ore]
Calcolo termoigrometrico di pareti e confronto tra varie soluzioni. [2 ore]
Calcolo dei carichi termici di un edificio in regime invernale. [4 ore]
Calcolo dei carichi termici di un edificio in regime estivo. [6 ore]
Calcolo di un impianto di climatizzazione a tutt'aria. [4 ore]
Progetto di un impianto di condizionamento (estivo–invernale). [6 ore]

LABORATORIO
Caratterizzazione di un isolante col metodo della lastra piana. [2 ore]
Utilizzo di una unità di condizionamento didattica; misura delle temperature e delle umidità. Tracciamento delle trasformazioni sul digramma di Mollier e di Carrier. [4 ore]
Esecuzione di calcoli di bilancio di massa e di energia sui componenti dell'unità di condizionamento didattica. [4 ore]
Misure dei capisaldi termodinamici di un ciclo frigorifero e bilanci termici relativi. [2 ore]

BIBLIOGRAFIA
Testi di riferimento:
Appunti delle lezioni e materiale didattico fornito durante il corso.
Testi ausiliari, per approfondimenti:
Pizzetti, *Condizionamento dell'aria*, Tamburini, Milano.
E. Bettanini, P.F. Brunello, *Lezioni di impianti tecnici. Vol. I, II*, CLEUP, Padova.
A. Briganti [et al.], *Manuale della climatizzazione*, Tecniche Nuove, Milano.

ESAME
Gli argomenti di esame corrispondono a tutto il programma svolto, compresi quelli operativi affrontati nelle esercitazioni di progetto e di misura in laboratorio. L'esame si svolge in un'unica fase e consiste nella soluzione numerica di problemi affrontati nelle esercitazioni e nella discussione delle stesse. Durante la discussione vengono poste due / tre domande di carattere teorico generale sui temi trattati a lezione. La durata complessiva dell'esame è compresa fra 45 e 60 minuti. Il voto finale è basato su un giudizio complessivo sia sull'attività svolta durante l'anno sia sui risultati del colloquio finale, badando più agli aspetti concettuali che all'apprendimento mnemonico.

D2840 Indagini e controlli geotecnici

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+2+2 (ore settimanali)
Docente: Otello Del Greco (collab.: Claudio Oggeri)

Nel corso sono trattati i temi inerenti le attività di indagine e le misure che devono accompagnare la pratica professionale in campo geotecnico. In questo ambito il progettista non ha conoscenza aprioristica delle condizioni strutturali di formazioni naturali, delle caratteristiche intrinseche del loro comportamento (resistenza, deformabilità, azione dell'acqua, etc.) e, infine, dell'interazione tra le formazioni e opere di ingegneria (fondazioni, opere di sostegno, scavi a giorno e in sotterraneo, etc.). Per tali ragioni le attività di indagine e, più in generale, quelle sperimentali sono parte integrante di un progetto in campo geotecnico.

PROGRAMMA
Il corso può essere suddiviso in sei capitoli che devono essere considerati come la successione logica del processo di conoscenza del comportamento di una struttura in campo geotecnico. Gli argomenti trattati nei capitoli sono i seguenti:

1. *Aspetti generali delle indagini e misure geotecniche.*
Considerazioni sui metodi di progetto in campo geotecnico e sulla relativa necessità di indagini sperimentali; modalità esecutive delle indagini in fasi diverse dal processo esecutivo; organizzazione di una campagna di indagini geotecniche; cenno alle norme di legge che richiedono indagini e relazioni geotecniche.

2. *Fondamenti delle misure in campo geotecnico.*
Definizioni di precisione, accuratezza, risoluzione, etc.; errori nell'esecuzione di misure, cause e rimedi; principio generale di funzionamento dei trasduttori; trasduttori di tipo meccanico, idraulico-pneumatici, elettrici (resistivo, potenziometrico, induttivo, a corda vibrante, magnetostrittivo, etc.); sistemi di acquisizione, trasmissione, archiviazione e trattamento dei dati di misure.

3. *Rilievi geostrutturali per la descrizione quantitativa delle discontinuità presenti nella massa rocciosa.*
Finalità dei rilievi, modalità esecutive generali (metodi oggettivo e soggettivo), modalità del rilievo di singoli parametri (giacitura, spaziatura, persistenza, rugosità, etc.); interpretazione dei dati rilevati per il riconoscimento di potenziali instabilità e per la stima dei parametri di comportamento delle discontinuità.

4. *Misure dello stato di tensione naturale nelle formazioni rocciose.*
Utilità delle misure ai fini progettuali; descrizione dei principi alla base dei diversi metodi per la misura dello stato di tensione naturale; approfondimento del metodo con rilascio di tensioni e uso di rosette estensimetriche e del metodo della stimolazione idraulica; esame dei dati ottenuti in casi reali.

5. *Misure di controllo.*
Finalità delle misure di controllo in fase di progetto, esecutiva e di gestione di un'opera in campo geotecnico; organizzazione di un sistema di misure di controllo; funzionamento, installazione e uso di strumenti per misure di spostamenti (distometri, estensimetri, inclinometri, assestimetri, etc.), di forze, di pressioni (celle pressiometriche, piezometri); interpretazione delle misure.

6. *Esame di alcuni casi reali* di studi geotecnici, con riferimento particolare alle attività di indagine e misure: strutture a giorno e in sotterraneo.

ESERCITAZIONI. Esame diretto di trasduttori e strumenti di misura, prove di funzionamento in laboratorio; esecuzione in sito di uno o due rilievi geostrutturali e successiva elaborazione e interpretazione dei dati rilevati.

BIBLIOGRAFIA
Gli studenti usufruiscono di materiali didattici messi disposizione dal docente, in assenza di un testo specifico. Approfondimenti possono ottenersi con i seguenti testi:
T.H. Hanna, *Field instrumentation in geotechnical engineering*, Trans Tech Publ, 1985.
M. Grecchi, *Geoelettronica*, Ghedini, 1987.
J. Dunnicliff, *Geotechnical instrumentation for monitoring field performance*, Wiley, 1988.

ESAME. L'esame si svolge in un'unica fase e in forma unicamente orale, per una durata di circa 45 minuti. Le domande rivolte allo studente tendono ad appurare le sue capacità di sintetizzare le nozioni apprese ed a svilupparne le applicazioni.

D3170 Matematica applicata

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+2+2 (ore settimanali)
Docenti: Nicola Bellomo, Luigi Preziosi

Il corso ha come finalità principale di fornire le conoscenze di matematica applicata atte allo studio dell'intero ciclo di modellizzazione dei fenomeni fisici, partendo dalla formulazione dei modelli per arrivare, attraverso la corretta formulazione di problemi di interesse applicativo, alla soluzione quantitativa ottenuta tramite opportuni metodi matematici e programmi di calcolo sviluppati in relazione costante all'analisi di modelli di interesse applicativo.
Il risultato della simulazione deve non solo portare a risultati quantitativi, ma anche ad una analisi del modello matematico adottato e ad una sua valutazione critica o in positivo o in negativo.
Il corso vuole anche sviluppare una indispensabile sperimentazione dell'uso di programmi di calcolo scientifico nella ricerca del giusto equilibrio fra pragmatismo, critica scientifica e rigore.

PROGRAMMA

1. Problemi di modellizzazione matematica
1.1 Cos'è un modello matematico. [2 ore]
1.2 Classificazione di modelli matematici. [2 ore]
1.3 Metodi di modellizzazione. [2 ore]
1.4 Validazione di modelli matematici. [2 ore]
1.5 Problemi di approssimazione ed interpolazione. [2 ore]

2. Modelli discreti
2.1 Problemi di modellizzazione matematica. [2 ore]
2.2 Formulazione matematica di mroblemi. [2 ore]
2.3 Cenni su mroblemi di stabilità e biforcazione. [4 ore]
2.4 Metodi numerici per modelli discreti e programmi scientifici relativi. [4 ore]

3. Modelli continui
3.1 Problemi di modellizzatione matematica. [2 ore]
3.2 Classificazione delle equazioni alle derivate parziali. [2 ore]

3.3 Caratteristiche e loro significato applicativo. [2 ore]
3.4 Formulazione matematica di problemi. [2 ore]
3.5 Metodi alle differenze finite. [4 ore]
3.6 Metodi di collocazione e pseudospettrali. [4 ore]
3.7 Metodi di decomposizione dei domini. [4 ore]
3.8 Problemi ben posti e mal posti. [2 ore]
3.9 Problemi inversi. [4 ore]

LABORATORIO (LAIB)

1. Problemi di interpolazione e approssimazione
1.1 INTERPOL: Programma per interpolazione polinomiale. [2 ore]
1.2 SPLINTER: Programma per interpolazione con *splines*. [2 ore]

2. Programmi scientifici per modelli discreti
2.1 RK4: programma Runge–Kutta. [2 ore]
2.2 APC4: programma *predictor–corrector*. [2 ore]

3. Programmi scientifici per modelli continui
3.1 FDFEPAR: programma per differenze finite di tipo esplicito. [2 ore]
3.2 FDCNPAR: programma per differenze finite di tipo implicito. [2 ore]
3.3 COLLOCAT: programma per metodi di collocazione. [2 ore]
3.4 INVERSE: programma per una classe di problemi inversi. [2 ore]

4. Librerie di calcolo ed introduzione al lavoro di tesina
4.1 Librerie di calcolo scientifico: NAG, IMSL, EISPACK, DISPLAA etc. [2 ore]
4.2 Introduzione al lavoro di tesina. [2 ore]

ESERCITAZIONI

Il programma di esercitazioni in aula verrà sviluppato a seconda degli indirizzi e degli interessi specifici degli studenti, dividendo la lezione in più moduli paralleli: uno per ogni gruppo di studenti con indirizzo ed interesse simile. Due esempi di programma sono di seguito riportati.

Studio di modelli specifici per studenti dell'indirizzo geotecnico ed idraulico
1. Modelli fluidodinamici. [2 ore]
2. Teoria delle miscele. [2 ore]
3. Modellizzazione di mezzi porosi. [2 ore]
4. Modellizzazione di mezzi porosi deformabili. [2 ore]
5. Dinamica dei due fluidi. [2 ore]
6. Formulazione di condizioni di interfaccia. [2 ore]

Studio di modelli specifici per studenti dell'indirizzo strutturale
1. Modelli della meccanica dei solidi. [2 ore]
2. Equazioni costitutive e modelli molla – ammortizzatore. [2 ore]
3. Equazioni costitutive differenziali ed integrali. [2 ore]
4. Vibrazioni nonlineari. [4 ore]
5. Formulazione di problemi di interfacciamento. [2 ore]

BIBLIOGRAFIA

N. Bellomo, L. Preziosi, *Modelling, mathematical methods and scientific computing*, CRC Press, 1995.

Fotocopie di articoli inerenti i modelli da sviluppare e studiare nella parte esercitativa in aula e nella tesina verranno distribuite durante il corso.

ESAME. Si richiederà agli studenti come parte sostanziale dell'esame finale la compilazione di una tesina di carattere applicativo che usi le metodologie esposte nel corso allo sviluppo ed allo studio di un modello specifico.

D/G 321 5 Meccanica applicata alle macchine + Macchine

(Corso integrato)

Anno:periodo 4,5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Giuseppe Ricci

Il corso mira a fornire una conoscenza di massima dei principali tipi di macchine e dei loro componenti, nonché a sviluppare la capacità di calcolare resistenza, prestazioni e consumi energetici delle macchine medesime. Gli argomenti del corso sono scelti e trattati nell'ottica di un utilizzatore o di un progettista civile piuttosto che di un progettista meccanico.

PROGRAMMA

La prima metà del corso comprende una rassegna dei principali componenti delle macchine (cuscinetti, giunti, innesti, freni, trasmissioni) ed una scelta di problemi di dinamica delle macchine. resistenze al moto; transitori di avviamento ed arresto, regime; verifiche di resistenza, di stabilità, termica; ancoraggio macchine.
La seconda metà del corso è dedicata alle macchine a fluido, idrauliche e termiche, motrici ed operatrici, turbo e volumetriche. Ne sono passati in rassegna: principi e cicli di funzionamento; bilanci di massa, forze ed energia; curve caratteristiche di prestazione; regolazione.
Sono previste esercitazioni di calcolo e la visita ad un impianto meccanico o ad una centrale elettrica.

1. Introduzione. [1 lezione]
Notizie sul corso. Formule tra grandezze, tra misure; algebra delle grandezze fisiche. Numero di cifre significative nei calcoli, nei risultati.

2. Meccanica. [1 lez.]
Cuscinetti radenti e volventi, dettagli costruttivi. Vincolo dei rotori.

3. Trasmissione / trasformazione del moto. [3 lez.]
Riduttori ad ingranaggi: ordinari, planetari. Differenziale e cambio negli autoveicoli. Cinghie, paranchi a fune, trasmissioni idrostatiche.

4. Dinamica. [4 lez.]
Equazioni cardinali. Corpo libero. Analisi delle forze, loro riduzione. Pressioni di contatto. Tensioni centrifughe nei rotori. Ancoraggi bullonati, serraggio iniziale. Sollecitazioni a fatica, diagramma di Whoeler.

5. Attrito. [2 lez.]
Trasmissione di potenza con flessibili, nastro trasportatore. Freni, innesti a frizione. Autoveicoli: trazione, resistenza d'attrito all'avanzamento; resistenza aerodinamica.

6. Teorema dell'energia cinetica. [2 lez.]
Legge del moto; transitori di avviamento e d'arresto; regime. Curve caratteristiche di motori ed operatrici. Macchine a regime assoluto, periodico. Trasmissioni di potenza. Rendimento.

7. Macchine. [2 lez.]
Macchine idrauliche. Bilanci di massa, forze, energia. Regolarizzazione della portata nelle macchine a regime periodico. Sollecitazioni di ancoraggio. Cavitazione, NPSH.

8. Macchine termiche. [3 lez.]
Bilanci di massa, di forze. Principio di conservazione dell'energia, bilanci energetici. Motori termici primari: rendimento termico, consumi specifici. Impatto ambientale.

9. Macchine idrauliche. [4 lez.]
Principi di funzionamento, dettagli costruttivi, regolazione. Turbopompe, centrifughe e assiali; curve caratteristiche, punto di funzionamento. Ventilatori. Turbine Pelton, Francis, Kaplan. Centrali idroelettriche di punta, di base; centrali di accumulazione, macchine reversibili. Trasmissioni idrodinamiche: giunto idraulico, convertitore di coppia. Pompe e motori oleoidraulici, a cilindrata fissa e variabile, trasmissioni idrostatiche.

10. Macchine termiche. [4 lez.]
Principi di funzionamento, dettagli costruttivi, regolazione. Turbomacchine motrici e operatrici. Compressori d'aria alternativi e rotativi. Motori alternativi a combustione interna, a carburazione e Diesel; curve caratteristiche, regolazione, problemi ambientali.

11. Regime e transitorio termici nelle macchine. [1 lez.]
Servizio continuativo, servizio intermittente. Potenza nominale. Raffreddamento.

ESERCITAZIONI
Di ogni macchina o meccanismo, oggetto di esercitazione, vengono assegnati, di norma, il disegno in scala (con la nomenclatura di base) ed alcuni dati cinematici e/o dinamici atti ad individuare le condizioni di funzionamento.

1. Caricatore frontale: configurazioni del braccio, velocità medie.
2. Motore alternativo a c.i.: velocità e accelerazioni (approssimate) dello stantuffo; velocità di strisciamento ai cuscinetti.
3. Caricatore frontale: forze, pressione olio in un cilindro idraulico, pressione media di contatto in un cuscinetto; sollecitazioni, tensioni in un elemento del braccio.
4. Motore alt. a c.i.: forze d'inerzia, pressioni medie di contatto ai cuscinetti. Riduttore ad ingranaggi: rapporto di trasmissione, vincolo degli alberi.
5. Motore asincrono trifase + operatrice rotante: stima peso, momento d'inerzia; tempo di avviamento; bulloni di ancoraggio.
6. Autocarro: a regime in salita, in accelerazione, in frenata.
7. Impianto con elettro-pompa: pressioni, potenza, sollecitazioni di ancoraggio.
8. Pompa centrifuga: potenza, coppia, NPSH, triangoli delle velocità (teorema di Eulero).
9. Motore alt. a c.i.: pressione media effettiva, rendimento, consumi.
10. Transitorio / Regime termico in un motore elettrico; ventilazione.
11. Esercizi di ricapitolazione.
12. Visita a stabilimento meccanico o centrale elettrica (1. squadra).
13. *Idem* (2. squadra).

BIBLIOGRAFIA
G. Ricci, *Meccanica applicata alle macchine*, Torino, Levrotto & Bella, 1995.
G. Ricci, *Esercizi di meccanica applicata alle macchine e macchine*, Torino, Levrotto & Bella, 1987.
Un *Errata corrige* per il primo testo ed un *Aggiornamento* per il secondo sono da richiedere direttamente all'autore.

D3340 Meccanica delle rocce

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali); ++6 (nell'intero periodo)
Docente: Giovanni Barla (collab.: Monica Barbero, Mauro Borri Brunetto)

Il corso fornisce una visione aggiornata dei fondamenti della meccanica e dell'ingegneria delle rocce. Dopo un approfondito esame delle caratteristiche di comportamento fisico meccanico delle rocce e degli ammassi rocciosi sono passati in rassegna i principali metodi di calcolo e dimensionamento delle opere. La prima parte del corso riguarda la descrizione qualitativa e quantitativa degli ammassi rocciosi. Sono descritti nel dettaglio i metodi di indagine (con rilevamento in superficie ed in foro ed altre tecniche in sito) e di classificazione, le prove di laboratorio ed in sito. Viene quindi dedicata particolare attenzione alla simulazione del comportamento meccanico degli ammassi rocciosi, in accordo ai concetti della meccanica dei mezzi continui e discontinui. La seconda parte del corso illustra i fondamenti dei metodi progettuali (di tipo empirico, analitico, numerico e osservazionale) delle strutture in roccia e dei relativi mezzi di sostegno, rinforzo e stabilizzazione, con particolare riguardo a pendii naturali e fronti di scavo, gallerie e cavità sotterranee, problemi minerari e riguardanti il territorio.

REQUISITI
È consigliabile aver sostenuto gli esami di *Scienza delle costruzioni* e di *Geotecnica*.

PROGRAMMA

1. Descrizione qualitativa e quantitativa degli ammassi rocciosi e delle discontinuità. [8 ore]
2. Metodi di indagine diretta degli ammassi rocciosi. [6 ore]
3. Metodi di classificazione degli ammassi rocciosi. [6 ore]
4. Prove di laboratorio sulla roccia intatta. [6 ore]
5. Prove di laboratorio su giunti e discontinuità. [6 ore]
6. Prove in sito (deformabilità, resistenza meccanica, permeabilità, stato tensionale originario). [6 ore]
7. Metodi di simulazione del comportamento meccanico degli ammassi rocciosi (continuo e discontinuo, leggi sforzo – deformazione, leggi di resistenza, scelta e quantificazione dei parametri). [6 ore]
8. Metodi progettuali e di dimensionamento delle opere (empirico, equilibrio limite, tensioni–deformazioni, osservazionale). [6 ore]
9. Pendii naturali e fronti di scavo. [8 ore]
10. Gallerie e cavità sotterranee. [10 ore]
11. Problemi speciali (fondazioni di dighe e grandi strutture, problemi minerari e riguardanti l'ambiente e il territorio. [4 ore]

ESERCITAZIONI
1. Richiami sullo stato di deformazione e di tensione nell'intorno di un punto. [4 ore]
2. Richiami sull'utilizzo del metodo dei cerchi di Mohr per la rappresentazione dello stato di tensione piano nell'intorno di un punto. [4 ore]
3. Metodi di rappresentazione grafica delle discontinuità. Analisi dei dati del rilievo su ammassi rocciosi. [2 ore]
4. Utilizzo dei metodi RMR e Q di classificazione degli ammassi rocciosi. [2 ore]
5. Leggi sforzo – deformazione e criteri di resistenza. Esempi di utilizzo. [2 ore]
6. Metodi di analisi di stabilità di pendii per condizioni di scivolamento planare. [2 ore]
7. Metodi di analisi di stabilità di pendii per condizioni di scivolamento tridimensionale. [2 ore]

8. Uso dei metodi di equilibrio limite e di classificazione per il dimensionamento dei sistemi di rinforzo / stabilizzazione di gallerie e cavità sotterranee. [2 ore]
9. Uso del metodo delle linee caratteristiche per l'analisi della statica di gallerie. [2 ore]

LABORATORIO. Esecuzione di prove di:
(*a*) compressione uniassiale e triassiale, (*b*) taglio diretto. [6 ore]

BIBLIOGRAFIA
Testo di riferimento:
G. Barla, *Meccanica ed ingegneria delle rocce* (in preparazione).
Il materiale didattico (testi in fascicoli, copie degli acetati presentati nelle lezioni e nelle esercitazioni) sarà distribuito di volta in volta ed anticipatamente prima del relativo svolgimento in aula.
Testi ausiliari:
J.C. Jaeger, N.G.W. Cook, *Fundamentals of rock mechanics*, Chapman and Hall, 1969, London.
E. Hoek, E.T. Brown, *Underground excavations in rock*, Inst. Mining Metallurgy, London, 1980 (nuova edizione).
E. Hoek, J.W. Brady, *Rock slope engineering*, Inst. Mining Metallurgy, London, 1981 (nuova edizione).
B.H.G. Brady, E.T. Brown, *Rock mechanics for underground mining*, 1985.
G. Barla (cur.), *Conferenze di meccanica ed ingegneria delle rocce*, MIR Politecnico di Torino, 1986, 1988, 1990, 1992, 1994. (Disponibili presso COREP), per singoli capitoli indicati durante il corso.

ESAME
1. A completamento dell'attività svolta in sede di esercitazione e/o laboratorio sarà richiesto di svolgere esercizi e/o rapportini di studio, da consegnare alle date di volta in volta indicate.
2. È prevista una prova di metà semestre. Il superamento di questa prova con un voto positivo (definito sulla base della distribuzione dei voti nella classe) comporta l'esonero, per l'esame finale, della parte di programma svolta sino a quel momento ed indicata.
3. È prevista una prova finale, scritta ed orale. Questa (a scelta dello studente) consiste in:
- svolgimento di uno studio individuale a casa (2-3 giorni);
- compito scritto in classe.

D3342 Meccanica delle rocce 2

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali); 70+30 (nell'intero periodo)
Docente: Giovanni Barla (collab.: Monica Barbero, Mauro Borri Brunetto)

Il corso propone lo studio dei temi connessi con la progettazione di opere di ingegneria interessanti gli ammassi rocciosi ed in particolare gallerie e grandi cavità sotterranee, pendii e fronti di scavo, fondazioni di importanti infrastrutture civili e dighe. Saranno fatti continui riferimenti alle problematiche di costruzione, di progettazione e di verifica poste dalla pratica ingegneristica.

REQUISITI. *Meccanica delle rocce* e *Geotecnica*.

PROGRAMMA

Dopo un attento esame delle metodologie di progetto delle strutture interagenti con gli ammassi rocciosi, saranno richiamati i fondamenti del comportamento meccanico dei materiali geologici (leggi costitutive e di resistenza) ed i concetti riguardanti l'individuazione e la scelta dei parametri di progetto.
Saranno discussi i metodi di analisi progettuale, con particolare riguardo a quelli numerici e di tipo osservazionale (progetto in condizioni controllate), dove le misure ed i controlli in corso d'opera assumono un'importanza predominante.
Dopo una presentazione dettagliata del metodo degli elementi finiti (FEM) con riferimento alla soluzione dei problemi statici in campo lineare e non lineare elastico, nonché elasto-plastico, sono discussi il metodo delle differenze finite (FDM), degli elementi distinti (DEM) e degli elementi di contorno (BEM).
Sono trattate le principali problematiche che riguardano il progetto di gallerie e cavità sotterranee, di interventi su pendii naturali e fonti di scavo, fondazioni.

1. Metodologie di progetto delle strutture interagenti con gli ammassi rocciosi. [2 lezioni, 2 ore ciascuna]
Componenti di un approccio generalizzato allo studio degli ammassi rocciosi.
Ottimizzazione del progetto e principi guida.
Progetto in condizioni controllate:
- definizione dei requisiti funzionali
- caratterizzazione del sito e modello geotecnico
- definizione degli interventi
- analisi progettuali
- misurazioni in corso d'opera

Esempi.

2. Comportamento meccanico dei materiali geologici. [4 lez.]
Modellazione geotecnica (continuo / continuo equivalente e discontinuo).
Continuo elastico lineare (isotropo e anisotropo).
Continuo elastico non lineare.
Continuo elasto-plastico (ideale, incrudente, rammollente).
Discontinuo (comportamento dei blocchi e delle discontinuità).
Scelta dei parametri nei diversi casi.

3. Strumenti analitici di progettazione. [4 lez.]
Soluzioni in forma chiusa per un mezzo continuo / continuo equivalente.
Soluzioni elastiche per il calcolo dello stato tensio-deformativo intorno a gallerie di diversa forma in un campo di sforzi anisotropo.
Soluzioni elastiche per il calcolo delle tensioni indotte in un mezzo omogeneo ed isotropo da carichi esterni.
Soluzioni elastoplastiche per il calcolo dello stato tensio-deformativo intorno ad una galleria circolare in un campo di sforzi isotropo.
Esempi.

4. Metodi numerici

Metodo degli elementi finiti (FEM) in campo elastico lineare statico. [8 lez.]
Concetti introduttivi (il metodo per una struttura monodimensionale).
Discretizzazione (strutture bidimensionali e tridimensionali).
Elementi di diversa forma:
a coordinate generalizzate
b elementi isoparametrici

Matrice di rigidezza globale.
Equazioni di equilibrio.
Condizioni di vincolo.
Metodi di soluzione.
Sistemi di calcolo, organizzazione, informatica, confronto tra sistemi e metodi.
Esempi.

Metodo degli elementi finiti in campo elastico nonlineare ed elastoplastico. [4 lez.]
Concetti introduttivi.
Metodi iterativi ed incrementali.
Metodo dello sforzo iniziale.
Calcolo delle forze di scavo.
La simulazione delle fasi di costruzione.
Esempi.

Metodo delle differenze finite (FDM). [2 lez.]
Discretizzazione.
Equazioni delle differenze finite.
Codice FLAC (modelli).
Esempi.

Metodo degli elementi distinti (DEM). [2 lez.]
Discretizzazione (blocchi e discontinuità).
Equazioni fondamentali.
Codice UDEC (modelli).
Esempi.

Metodo degli elementi di contorno (BEM). [1 lez.]
Cenni.

5. *Gallerie e cavità sotterranee (case histories).* [4 lez.]
Gallerie in prossimità della superficie (scavo tradizionale o meccanizzato).
Cavità sotterranee (depositi di stoccaggio e centrali in caverna).
Gallerie profonde (scavo tradizionale o meccanizzato).
Gallerie in mezzi spingenti o rigonfianti.

6. *Pendii naturali e fronti di scavo (case histories).* [2 lez.]
Scivolamenti planari.
Stabilità di fronti verticali.
Grandi scavi.
Deformazioni gravitative.

7. *Fondazioni (case histories).* [2 lez.]
Dighe.

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni (30 ore in aula o al LAIB) comportano lo sviluppo graduale di un progetto (che verrà assegnato dal docente) ricorrendo anche a diversi codici di calcolo (ROCKDATA, DIPS, UNWEDGE, TUNNELBAS, FLAC, UDEC, PHASES, etc.) il cui impiego sarà di volta in volta illustrato. Sono previste attività di rilevamento in campagna e visite tecniche.

ESAME
1. A completamento dell'attività svolta in sede di esercitazioni sarà richiesto svolgere

esercizi e/o rapportini di studio che dovranno essere consegnati alle date di volta in volta indicate.
2. È prevista una prova di metà semestre. Il superamento di questa prova con un volo positivo (definito sulla base della distribuzione dei voti nella classe) comporta l'esonero, per l'esame finale, della parte di programma svolta sino a quel momento.
3. È previsto lo svolgimento di un progetto che avrà luogo nel corso del semestre e formerà l'oggetto dell'esame finale.

BIBLIOGRAFIA
Il materiale didattico (testi in fascicoli, copie degli acetati presentati nelle lezioni, articoli e memorie tecniche) sarà distribuito nel corso delle lezioni.
Per i necessari approfondimenti si fa riferimento a
G. Barla, *Atti delle conferenze di Meccanica ed Ingegneria delle Rocce (MIR)* degli anni 1986, 1988, 1990, 1992 e 1994, COREP e Politecnico di Torino.

D3500 Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+4 (ore settimanali); 80+40+2 (nell'intero periodo)
Docente: Grazia Vicario

Scopo del corso è quello di fornire agli allievi (di Ingegneria gestionale, e di altri corsi per cui sia dichiarato materia opzionale) sia nozioni fondamentali di calcolo delle probabilità e statistica, che consentano gli opportuni approfondimenti in campo teorico, sia conoscenze a livello operativo dei principali metodi statistici applicati in campo tecnico ed economico. A tal fine, accanto alla trattazione teorica, viene riservato un opportuno spazio per la trattazione di problemi pratici di frequente ricorrenza, illustrando mediante esempi, applicabilità e limiti dei metodi usati.

REQUISITI. *Analisi matematica 1*, *Geometria* (gestionali), *Analisi matematica 2* (altri corsi di laurea).

PROGRAMMA

1. Probabilità. [8 ore + eserc.]
Definizioni di probabilità e loro applicabilità, nozioni di calcolo combinatorio, regole di calcolo delle probabilità, probabilità a posteriori, la formula di Bayes.

2. Distribuzioni. [18 ore + eserc.]
Variabile casuale (discreta e continua), distribuzioni di variabili discrete e continue, principali distribuzioni teoric oree, parametri principali relativi a posizione, dispersione, forma, disuguaglianza di Tchebycheff.

3. Statistica descrittiva. [6 ore + presentazione di un *package* statistico]
Concetti di popolazione, campione e metodi di campionamento, distribuzioni sperimentali (classi e rappresentazioni grafic oree), misure di tendenza centrale e di dispersione, metodi grafici, GPN e suo impiego diagnostico.

4. Distribuzioni congiunte. [12 ore + eserc.]
Distribuzioni congiunte, covarianza e coefficiente di correlazione, distribuzione

normale bidimensionale, somma, prodotto e quoziente di variabili casuali, distribuzione del massimo e del minimo, applicazioni allo studio dell'affidabilità.

5. *Processi stocastici.* [10 ore + eserc.]
Processi di Poisson, cenni alla teoria delle code, catene di Markov; processi markoviani omogenei.

6. *Inferenza statistica.* [14 ore + eserc.]
Distribuzioni campionarie, teorema del limite centrale e sue applicazioni ed implicazioni, stima puntuale, stimatori e loro proprietà, intervallo di fiducia e limiti di fiducia per medie, osservazioni a coppie, varianze, proporzioni, basi logic oree di un *test* di ipotesi, tipi di errori e loro controllo, livello e *test* di significatività, curve caratteristic oree operative e loro uso, *test* riguardanti le medie, le proporzioni, la varianza e confronto fra due o più varianze.

7. *Analisi della varianza.* [4 ore + eserc.]
Analisi della varianza per uno e due fattori controllati. Replicazioni.

8. *Regressione.* [6 ore + eserc.]
Regressione lineare semplice (valutazione di adattamento e variabilità residua), analisi della varianza, osservazioni ripetute, regressione multipla, calcolo con procedimento matriciale, analisi della varianza, correlazione.

9. Cenni sulla *Progettazione degli esperimenti.* [2 ore]
Interdipendenza tra criteri di analisi dei risultati e criteri di pianificazione delle prove, esperimenti fattoriali, effetti principali e interazioni, blocc orei e frazionamenti e loro implicazioni.

BIBLIOGRAFIA
Richard A. Johnson, *Miller and Freund's Probability and statistics for engineers*, Prentice-Hall.

ESAME
Si ricorda che gli appelli di esame sono divisi in cinque sessioni e che il periodo "naturale" di valutazione per il corso di *Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici* va dal 19-6-1995 al 29-7-1995; in suddetto periodo vi sono due sessioni di esami (la terza dal 19-6-1995 all'1-7-1995 e la quarta dal 3-7-1995 al 29-7-1995).
L'esame consiste in una prova scritta ed una orale, che devono essere sostenute nello stesso appello (eccezionalmente nel periodo di valutazione compreso tra il 19-6-1995 e il 29-7-1995 è consentito sostenere la prova scritta e la prova orale in appelli diversi). I candidati che lo desiderino possono optare per un esame esclusivamente basato su una prova scritta: in tal caso il voto finale d'esame non potrà superare i 26/30.
Lo studente può presentarsi alla prova scritta una volta per sessione; è necessario prenotarsi preventivamente all'appello, consegnando lo statino presso la Segreteria Didattica del Dipartimento, entro la data che verrà di volta in volta comunicata. Se la prenotazione non viene disdetta, lo studente viene considerato come presente.
Durante le prove scritte lo studente può utilizzare gli appunti del corso, il libro di testo, le tavole e le macchine calcolatrici.
Se lo studente non si ritira entro la mezz'ora che precede il termine per la consegna della prova scritta, l'esito dell'esame verrà comunque registrato.
L'orale non può essere sostenuto se la prova scritta risulta insufficiente e l'eventuale esito negativo della prova orale comporta la ripetizione della prova scritta in una successiva sessione.

G3520 Metodologie di rilevamento per la conservazione del patrimonio edilizio

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Secondino Coppo

Il corso vuole fornire allo studente strumenti e metodi di rilievo e di indagine storica al fine di comporre un quadro conoscitivo analitico e sintetico della conformazione morfologica di tessuti urbani e complessi architettonici. La finalità è quella di definire, ai fini delle relative rappresentazioni, le specifiche individualità formali del contesto indagato, la valenza tra motivazioni funzionali, tecniche costruttive, modelli compositivi presenti sulle singole cellule edilizie al fine di costruire un quadro sistematico per valutarne la vocazionalità e la potenzialità di riuso.

REQUISITI. *Disegno edile, Storia dell'architettura e dell'urbanistica, Architettura tecnica, Composizione architettonica 1.*

PROGRAMMA

Le lezioni sono dirette a focalizzare problematiche, finalità, metodi e strumenti per la costruzione di un quadro conoscitivo sistematico relativo a ambienti urbani e complessi architettonici, attraverso i metodi di rilievo diretto e indiretto, manuale e strumentale, indagini storiche e archivistiche. In particolare sono esaminati i seguenti punti fondamentali:
- fondamenti teorici e cenni storici relativi al rilievo urbano e architettonico;
- analisi dei metodi e dei sistemi di rilevamento manuale e strumentale e loro evoluzione storica in ambito urbano e architettonico;
- valenza e complementarietà reciproche, legami con le indagini storico archivistiche e socio-culturali;
- principi e modelli per la documentazione, schedatura, catalogazione dei beni culturali ambientali;
- finalizzazione e specificazione del rilievo come momento conoscitivo relativo al processo progettuale;
- interattività dei rapporti tra rilievo e progetto nelle diverse fasi di approfondimento e ai diversi livelli di intervento.

1. Illustrazione e commento di programma del corso e delle esercitazioni.
Il concetto di rilievo architettonico e urbano nella storia dell'architettura e dell'urbanistica e nella accezione attuale.
Il concetto di patrimonio edilizio e la normativa relativa alla sua tutela nelle diverse accezioni e modalità di intervento: manutenzione ordinaria e straordinaria, risanamento igienico, restauro conservativo, ristrutturazione edilizia e urbanistica.
Interrelazione tra analisi e progetto: il rilievo come sintesi del processo conoscitivo ai fini della formulazione delle ipotesi di intervento.

2. Il problema del rilievo urbano: ambito di applicazione e finalizzazione ai diversi livelli progettuali: di piano territoriale – piano regolatore, piano particolareggiato, piano di recupero.
Le problematiche dei centri storici nell'attuale cultura urbanistica.
Breve carrellata di cartografie storiche inerenti i centri urbani: metodi di rilievo, contenuti del rilievo, sistemi di rappresentazione, scale di rappresentazione.

3. Interrelazione tra cartografie di base, rilievo diretto e ricerca storico archivistica: contenuti e scale di rappresentazione finalizzate ai diversi momenti progettuali.
Definizione di immagine ambientale: esemplificazioni particolari nella ricerca finaliz-

zata alla definizione della strutturazione formale relativa.
Contenuti e sistemi grafici di restituzione.
Illustrazione di ricerche particolari sull'argomento trattato.

4. La normativa e il rilievo urbano: la norma UNI 7310, applicazioni e diversificazioni tematiche nelle diverse esperienze di ricerca applicata.
Le proposte di codificazione pratica per rappresentazioni convenzionali delle strutture edilizie e urbane alle diverse scale metriche (1:100, 1:500, 1:200).
Rapporto tra cellula edilizia e contesto ambientale nel rilievo e nella rappresentazione a scala urbana.

5. Correlazione tra momento di indagine e momento propositivo nel processo progettuale a scala urbana.
Esemplificazioni particolari in base a ricerche svolte sul centro storico di Torino.
Rilievo per il PRG, a livello di costituzione morfologica di cellule edilizie, a livello di costituzione morfologiche di complessi ambientali.
Rilievo e schedature storiche dei grandi contenitori edilizi.
Rilievo in grafia UNI come base per carte tematiche specifiche.

6. Il rilievo per i piani di recupero e piani particolareggiati: scale e metodi di indagine, contenuti, differenziazione tra cartografia di base e cartografie tematiche.
Esempi di rilievi tematici nelle esperienze di ricerca degli ultimi anni: modalità di rappresentazioni schematiche per piante, sezioni, prospetti, assonometrie.
Esempi di rilievi tradizionali del tessuto urbano per piante, prospetti e sezioni in esperienze specifiche italiane e nella cultura contemporanea.

7. Il rilievo sperimentale e il rilievo fotogrammetrico per la costruzione della cartografia di base dei centri urbani.

8. La rappresentazione della città e il recupero della "forma urbana" in alcune esperienze storiche e degli ultimi anni.
Dalle assonometrie del *Theatrum Sabaudiae* a quelle di Manhattan, di Napoli, di Torino (dalla cultura delle programmazione gestionale dell'intervento a scala urbana alla cultura della forma).
L'uso di sistemi diversi di rappresentazione nella costruzione di un sistema informativo a livello urbano.

9. Il rilievo a scala architettonica: peculiarità culturale del momento conoscitivo in relazione al processo progettuale in ambito di: manutenzione, restauro, ristrutturazione.
Differenziazione dei contenuti e delle operazioni di rilievo diretto in funzione del tipo di intervento.
Legami e valenze tra intervento specifico e contesto ambientale.
Correlazione tra le diverse analisi tipologiche relative alle strutture dell'oggetto e analisi storico-critica.
Sintesi formale ai fini delle ricostruzione, attraverso gli elaborati grafici, dell'individualità architettonica dell'oggetto rilevato.

10. Illustrazione di alcune esperienze di ricerche interrelate in tema di riuso di edilizia storica.
Rapporti e interrelazioni tra momenti conoscitivi e momenti decisionali nelle diverse fasi della progettazione.

11. Sistemi e metodi del rilievo diretto: strumenti di misurazione e fasi operative.
Costruzione dell'eidotipo in piante, prospetto, sezione.

Campagne fotografiche.
Sistemi e metodi di misurazione *in loco*.
Scale e convenzioni grafiche di restituzione.

12. Rilievo strumentale e fotogrammetria architettonica.
Esempi di rilievo coordinato con tecniche strumentali diverse.

13. Il rilievo architettonico nella storia dell'architettura.
Rapporto tra contenuti, sistemi di rappresentazione nella cultura storica del momento operativo.
Il rilievo dei protagonisti dell'architettura storica e contemporanea.
Esemplificazioni particolari delle diverse "scuole" di rilievo nei rapporti con la storia, il restauro, il progetto.

14. Problematiche e correlazione tra rilievo di strutturazioni tecniche diverse dell'edilizia storica e contemporanea e analisi della individualità formale.
Il rilievo della struttura statica nella architettura storica e nella architettura "moderna".
Il problema del rilievo del "moderno".

15. Il rilievo dei dettagli e dei partiti decorativi.
Il rilievo degli ordini classici.
Il rilievo di modanature, cornici, sagome.
Esemplificazioni particolari: metodi e scale di rappresentazione.

16. Problemi di schedatura dei beni culturali.
Problematiche relative alla catalogazione dei beni culturali e tendenze operative a livello italiano e straniero.

17. Problemi di normative nel rilievo architettonico.
Capitolato speciale per il rilievo: contenuti, scale di rappresentazioni, metodi di analisi, tolleranze dimensionali.

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni avranno come tema il rilievo di un lembo di tessuto urbano storico o di un ambiente urbano di particolare valore a livello di caratterizzazione storico-ambientale (condotto con sopralluoghi, rilievo diretto, ricerca documentazione storico-archivistica, ricerca bibliografica) e restituito alle diverse scale relazionate al livello di approfondimento di ricerche condotto. La indagine effettuata verrà relazionata alla formulazione di una ipotesi di intervento, normativo e/o progettuale, specifico per ogni ambiente rilevato.
Di massima il lavoro di ricerca e di rilievo richiesto verrà articolato nei seguenti momenti:

1. Scelta dell'ambito urbano di indagine (lembo di tessuto urbano, strada o piazza nel contesto della città storica di Torino).
2. Reperimento della cartografia di base.
3. Reperimento di notizie storiche e bibliografiche.
4. Rilievo diretto secondo norma UNI 7310.
5. Ricerca di documentazione relativa alla progettazione originaria e alle successive fasi di trasformazione.
6. Redazione di rilievo architettonico in pianta, prospetto, sezione di una cellula edilizia del contesto urbano indagato e restituzione in scala grafica opportuna.
7. Individuazione degli componenti architettoniche principali che concorrono alla definizione dell'individualità formale dell'ambiente indagato.

8. Rilievo diretto e/o strumentale di una delle componenti architettoniche di cui sopra, e restituzione in scala grafica opportuna.
9. Proposta di intervento progettuale o normativo di tutela relazionato alla indagine conoscitiva effettuata, con restituzione in scala grafica opportuna.
10. Relazione finale sull'indagine e sulle diverse fasi di analisi e progetto.

BIBLIOGRAFIA
Per ciascuno degli argomenti trattati verrà fornita una specifica bibliografia di riferimento. In particolare si citano i volumi di:
M. Docci, D. Maestri, *Storia del rilevamento architettonico e urbano. Manuale del rilevamento architettonico e urbano*, Laterza, Bari, 1993.
M. De Simone, *Disegno e progetto*, Laterza, Bari, 1991.

ESAME
Il lavoro svolto durante le esercitazioni viene valutato sia nelle fasi che nel risultato complessivo finale e concorre al giudizio complessivo. La prova di esame si svolge in due parti:
– Una prova scritta grafica di lettura e restituzione, con l'aiuto dei mezzi espressivi ritenuti più idonei, dell'identità formale di un contesto urbano o di un complesso architettonico, effettuato tramite rilievo diretto o indiretto.
– Una prova orale di esposizione critica del lavoro svolto con approfondimenti tematici relative agli argomenti trattati nel corso delle lezioni.
Il giudizio complessivo media le valutazioni delle due fasi della prova d'esame con quella sintetica degli elaborati relativi al lavoro d'indagine e di progetto eseguito.

D/G 391 0 Pianificazione dei trasporti

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Francesco Iannelli (collab.: Mario Villa)

Il corso si propone l'approfondimento dei temi di pianificazione dei trasporti e delle infrastrutture fornendo le principali conoscenze di base teoriche ed applicative del processo di pianificazione e discutendo la loro applicazione ad alcuni casi reali.

REQUISITI. *Tecnica ed economia dei trasporti, Calcolo delle probabilità e statistica, Ricerca operativa.*

PROGRAMMA

1. Il processo di pianificazione e il diritto alla mobilità.
Il significato e l'importanza del processo di pianificazione negli scenari temporali e spaziali della mobilità. La mobilità e il diritto ad esercitarla. La relazione tra mobilità e tessuto urbano, socio-economico, territoriale, ambientale. Il costo sociale del trasporto.

2. Definizione degli obbiettivi specifici d'interesse generale.
Obiettivi specifici di tipo generale e scenari temporali e spaziali in relazione ai livelli di pianificazione. Livelli di definizione funzionale.

3. La formazione di un modello nel processo di pianificazione.
La necessità di individuare un modello matematico di interrelazione tra le attività e la mobilità. La validazione generale dei modelli. Cenni sulla teoria dei sistemi. La teoria e la realtà dei comportamenti individuali: costruzione di un modello interpretativo, dal modello individuale a quello globale.

4. *Alcuni modelli di base nel processo di pianificazione.*
Il modello regressivo lineare semplice e multiplo. Il modello gravitazionale. Il modello di Lowry. Il modello di accessibilità. Il modello di ripartizione modale. I modelli di generazione, distribuzione ed assegnazione degli spostamenti. Il modello di ottimizzazione lineare. Il modello del costo generalizzato. Il modello di simulazione dell'inquinamento atmosferico ed acustico del traffico.

5. *Individuazione dell'obbiettivo specifico e formalizzazione della metodologia per la soluzione dell'obbiettivo.*

6. *Le fasi di una metodologia di base del processo di pianificazione.*
   6.1. *Inventario di tutte le condizioni esistenti.*
   Le variabili socio-economiche, urbanistico-territoriali, del sistema dei trasporti e delle infrastrutture, del sistema della mobilità, del sistema ambientale e di inquinamento atmosferico e ed acustico.
   La delimitazione dell'area in studio e relativa zonizzazione per la conoscenza e la valutazione delle variabili: parte conoscitiva e parte di analisi e valutazione.
   6.2. *La modellizzazione della mobilità.*
   La formazione di un modello di domanda e il processo di assegnazione all'offerta attraverso modelli di ripartizione modale. La verifica di un possibile equilibrio e di validazione dei modelli.
   6.3. *La previsione delle variabili.*
   La previsione con riferimento all'assetto del territorio, delle attività e della mobilità.
   6.4. *Il progetto specifico all'obbiettivo.*
   Gli scenari. La scelta del sistema di trasporto. Organizzazione. Scelta dell'infrastruttura. Valutazione economica e/o tecnica: l'analisi costi – benefici. Valutazione dal punto di vista sociale ed ambientale: l'analisi VIA (valutazione impatto ambientale) e l'analisi multicriteri.
   6.5. *L'equilibrio tra domanda e offerta.*
   Analisi dei risultati delle modellizzazione e delle scelte progettuali.

7. *Analisi e discussione di alcuni progetti di pianificazione.*
Il piano dei trasporti. Il piano dei trasporti pubblici. Il piano dei trasporti privati. Il piano urbano del traffico. Il piano del trasporto merci.

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni sono articolate in tre principali sezioni:
- la prima affronta l'applicazione delle metodologie di base nella modellistica dei trasporti e riguardano la conoscenza dei modelli lineari ed il loro utilizzo dal punto di vista previsionale;
- la seconda affronta l'applicazione ad un caso reale dei modelli di base del processo di pianificazione, dalla generazione all'assegnazione della mobilità;
- nell'ultima si analizzano e si discutono alcuni casi reali.

BIBLIOGRAFIA
La specializzazione e la tipologia dei contenuti di pianificazione non consente l'utilizzo di un solo testo. Nel corso delle lezioni e delle esercitazioni saranno disponibili alcuni testi ed alcuni copie di casi reali che saranno oggetto di approfondimento e di discussione. Si segnalano alcuni testi consigliati:
Ortuzar, Willumsen, *Modelling transport.*
Wiley Colin Lee, *I modelli nella pianificazione*, Marsilio.
IRSPEL, *Sistema regionale dei trasporti e programmazione*, Angeli.

ESAME. L'esame è basato sulla prova orale e sulla valutazione di una prova scritta impostata durante le esercitazioni che percorre gli argomenti trattati nel corso.

D4180 Progettazione di sistemi di trasporto

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Dante Marocchi (collab.: Cesare Paonessa, Cristina Pronello)

L'insegnamento riguarda gli aspetti progettuali e costruttivi degli impianti di trasporto persone e materiali su sede fissa, di tipo convenzionale ed innovativo, ed i problemi tecnici connessi con le prestazioni, la sicurezza ed il *comfort* di viaggio dei veicoli di trasporti su strada.

REQUISITI. Basi della *Scienza delle costruzioni*, della *Tecnica delle costruzioni*, di *Elettrotecnica* e di *Meccanica*.

PROGRAMMA

1. La progettazione e la costruzione di impianti a fune, aerei e terrestri, per trasporto di persone e di materiali. [24 ore]
2. La progettazione e la costruzione di ascensori, elevatori e montacarichi. [4 ore]
3. Le funi metalliche per gli impianti di trasporto. [4 ore]
4. I circuiti di alimentazione, segnalazione, sicurezza e comando a distanza negli impianti fissi di trasporto. [4 ore]
5. I motori per trazione negli impianti di trasporto su sede fissa e nei trasporti su strada. [4 ore]
6. Consumi ed inquinamento ambientale. [4 ore]
7. La progettazione dei principali organi degli autoveicoli in relazione alle prestazioni, alla sicurezza ed al *comfort* di viaggio. [6 ore]
8. I problemi progettuali dei veicoli ferroviari e stradali con vetture rimorchiate. [4 ore]
9. La regolamentazione italiana ed europea in materia di costruzione ed autorizzazione alla circolazione degli autoveicoli. [4 ore]
10. I sistemi di trasporto di tipo innovativo. [2 ore]

ESERCITAZIONI
Ad ogni gruppo di allievi (massimo tre allievi per gruppo), verrà assegnato un progetto di massima di un impianto di trasporto, da svolgere nel corso dell'anno accademico e da presentare almeno una settimana prima della prova orale.
I progetti comprenderanno lo studio di linea, la verifica delle caratteristiche dei motori, la verifica di stabilità dei veicoli e delle principali strutture di stazione e di linea.
Saranno disponibili, in Dipartimento, due calcolatori elettronici con stampante, adatti allo studio delle linee funiviarie, ma utilizzabili esclusivamente alla presenza del Docente o dei suoi collaboratori.
Gite di istruzione: nel corso dell'AA verranno effettuate una o due gite di istruzione su impianti in esercizio o in costruzione.

BIBLIOGRAFIA
Testi di riferimento:
D. Marocchi, *Trasporti a fune*, Levrotto & Bella, Torino, 1992.
D. Marocchi, *Lo studio delle linee funiviarie con il calcolatore elettronico*, Levrotto & Bella, Torino, 1994.
D. Marocchi, *Trasporti su strada*, Levrotto & Bella, Torino.
Nel corso delle lezioni verranno segnalate pubblicazioni e regolamenti adatti al completamento del corso.
Testi ausiliari:
P. D'Armini, *Elementi di progetto per impianti a fune*, ESA, Roma.
F. Linguiti, *Impianti di trasporto a fune*, Ed. Sistema, Roma.

ESAME. L'esame finale consisterà nella discussione sul progetto presentato ed in un esame orale sull'intero programma.

D/G 4330 Progetto di strutture

Anno:periodo 5:1
Docente: Carlo Emanuele Callari (collab.: Renato Barra, Silvio Mario Bauducco)

Il corso ha l'intento di esporre gli elementi necessari alla definizione progettuale delle strutture, intesa come sintesi globale delle conoscenze riguardanti le metodologie di calcolo integrata dall'esame dei fattori più specificatamente applicativi che intervengono nella concezione strutturale, sia a partire dalla forma architettonica che dalle esigenze funzionali.
Nella parte introduttiva del corso si prendono in esame e si analizzano le tipologie strutturali, la concezione strutturale, i criteri di scelta della forma, della costituzione e delle caratteristiche vincolari transitorie e finali delle strutture, gli elementi di valutazione economica, i metodi di verifica della sicurezza, le prescrizioni regolamentari riguardo alle azioni sollecitanti, ai materiali, ai procedimenti di calcolo e alle disposizioni costruttive.
Nella parte progettuale del corso, per varie tipologie di strutture si sviluppa la procedura progettuale specifica, relativa alla valutazione delle azioni sollecitanti, ai metodi di calcolo generali e specifici sia teorici che approssimati, ai criteri di dimensionamento, alle verifiche di sicurezza, alle modalità esecutive e di controllo.

PROGRAMMA

Parte prima. [10 lezioni]
Criteri generali di impostazione del progetto delle strutture.
La concezione strutturale.
Le esigenze funzionali.
Il progetto strutturale e le verifiche di sicurezza.
Morfologia strutturale.
Criteri di scelta della forma e della costituzione delle strutture.
Criteri di scelta delle caratteristiche vincolari.
Elementi di valutazione economica.
Le verifiche di sicurezza: i criteri di verifica e la valutazione del grado di sicurezza.
La valutazione delle azioni sollecitanti.
Le prescrizioni regolamentari.
Cenni sull'impatto ambientale indotto dalle strutture.

Parte seconda. [12 lezioni]
Calcolo generale della struttura nel suo complesso.
Schematizzazione teorica rigorosa ed approssimata.
Proprietà dei materiali.
Richiami sui metodi generali di calcolo del regime statico delle strutture in campo elastico ed anelastico.
Metodi di calcolo "esatti"; metodi analitici approssimati; metodi schematici; metodi pratici ottenuti per confronto; metodi empirici e prescrizioni di origine sperimentale.
Forma e costituzione delle strutture correlate al procedimento di calcolo ad esse più pertinente.
Problemi di instabilità (locale, globale, di forma).
Effetti strutturali delle deformazioni non elastiche del materiale.

Parte terza. [8 lezioni]
Calcolo di strutture di composizione speciale.
Regime statico di zone particolari della struttura.
Elementi strutturali realizzati in fasi successive.
Schematizzazioni tensionali a traliccio in solidi tozzi.

ESERCITAZIONI

Illustrazione, spiegazione, commento, applicazione ai casi pratici delle normative italiane e degli eurocodici relativi ai vari tipi di strutture ed al loro progetto.
Correlazione fra le prescrizioni delle normative ed il calcolo strutturale di verifica corrispondente, negli eventuali diversi gradi di approssimazione.
Impostazione e sviluppo dell'*iter* progettuale delle strutture sulla base delle esigenze funzionali, a partire dai metodi generali teorici della scienza e della tecnica delle costruzioni (analisi dei carichi, definizione e verifica di massima della struttura, calcoli di verifica definitivi rispetto ai vari stati limite, disposizioni costruttive, definizione dei disegni rappresentativi dell'insieme strutturale e dei particolari).
Criteri di composizione dei principali tipi di strutture sulla base delle caratteristiche geometriche, statiche e funzionali dei vari elementi costituenti e del loro comportamento globale.
Indicazioni sull'impostazione amministrativa e contrattuale dei progetti e sullo svolgimento amministrativo e contabile della direzione lavori.

BIBLIOGRAFIA

I testi indicati come supporto e come consultazione offrono la trattazione generale e specifica degli argomenti oggetto del corso. Durante il corso stesso verranno distribuite copie di documentazione su argomenti specifici e copia delle normative relative alle strutture.

Testo di supporto:
A. Migliacci, *Progetti di strutture.*
P. Pozzati, *Teoria e tecnica delle strutture.*
Testi per consultazione:
E. Torroja, *La concezione strutturale.*
F. Leonhardt, *Calcolo di progetto e tecniche costruttive (c.a. e c.a.p.).*
Y. Guyon, *Construction en béton précontraint.*
A. Migliacci, F. Mola, *Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.*
Eurocodice EC2.
J. Le Covec, *Emploi du BAEL et règlements annexes.*
A. Guerin, *Traité de béton armé.*
C. Massonnet, M. Save, *Calcul plastique des constructions.*
M. Cedalini, *Strutture : morfologia strutturale e architettura.*
Testi generali di scienza e tecnica delle costruzioni.

ESAME

È prevista prima del termine del semestre la redazione individuale da parte dello studente di una relazione su di un argomento monografico scelto unitamente ai docenti.
È prevista la prova finale di esame orale: il voto terrà globalmente conto del risultato dell'esame orale stesso e della valutazione della relazione individuale.

D/G 4602 Scienza delle costruzioni 2

Anno:periodo 4,5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 60+60+30 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Paolo Vallini (collab.: G. Franco Del Col)

Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali per l'interpretazione del funzionamento strutturale; quale naturale prolungamento della materia iniziata al terzo anno, si sviluppano gli strumenti analitici che sono alla base del metodo agli elementi finiti. Una particolare attenzione è dedicata all'analisi statica a collasso, situazione che si raggiunge attraversando il campo di comportamento non lineare, sia per causa dell'impegno dei materiali, sia per le condizioni di equilibrio, da rispettare nella configurazione deformata, talvolta notevolmente differente da quella iniziale.
Gli aspetti teorici sono sviluppati con costante riferimento alle conseguenze nel comportamento statico d'insieme ed alle possibili scelte progettuali; a questo scopo la didattica è assistita da sistemi di calcolo automatico aperti, ove è evidenziata la traduzione numerica della modellazione meccanica.

PROGRAMMA

Introduzione al corso: contenuti, sussidi didattici, esami. [1 ora]
Effetti delle deformazioni anelastiche. [4 ore]
Equazione dei lavori virtuali, equilibrio nella configurazione deformata, teorema di Kirchhoff. [2 ore]
Teoremi di reciprocità e funzioni d'influenza. [2 ore]
Analisi non lineare degli elementi inflessi, plasticità. [4 ore]
Analisi limite delle travature con metodo delle cerniere plastiche. [2 ore]
Duttilità delle strutture metalliche ed in conglomerato cementizio armato, limitazioni all'applicazione del metodo delle cerniere plastiche. [4 ore]
Introduzione al metodo degli elementi finiti, funzioni di forma, matrici di rigidezza. [6 ore]
Elementi piani a 3 e 4 nodi, nelle condizioni di deformazione piana e tensione piana. [2 ore]
Elementi bidimensionali in regime flessionale e membranale, regime ortotropo. [2 ore]
Analisi lineare delle travature per elementi finiti. [6 ore]
Effetti di non linearità meccanica e geometrica nelle travature piane. [2 ore]
Metodi approssimati per l'analisi di elementi snelli, instabilità singola e di gruppo secondo il metodo della colonna modello. [3 ore]
Travi e grigliati piani su appoggio elastico, applicazioni al calcolo di tubi e serbatoi con parete sottile. [4 ore]
Piastre inflesse, deduzione dell'equazione di Sophie–Germain, metodi di integrazione alle differenze finite. [4 ore]
Analisi per elementi finiti, in regime ortotropo, elementi misti piastra + grigliato. Calcolo a collasso con *yelding lines*, modelli per il calcolo non lineare. [4 ore]
Ingobbamento per torsione degli elementi con parete sottile, sollecitazioni parassite per torsione variabile, contributo di irrigidimento negli elementi con gradiente di torsione variabile. [4 ore]
Comportamento non lineare delle strutture ad arco, analisi a collasso. [3 ore]

ESERCITAZIONI

Nelle esercitazioni in aula sono proposti temi applicativi, integrati dalla discussione dei risultati raggiunti dagli studenti, suddivisi in gruppi di lavoro. Sono altresì previste esercitazioni presso il laboratorio informatico, ove sono resi disponibili supporti didattici di calcolo automatico e sono analizzate le procedure proposte dagli studenti in relazione ai temi loro assegnati; gli elaborati migliori sono inseriti nel materiale didattico a disposizione degli studenti.

BIBLIOGRAFIA

Nell'ambito delle esercitazioni è prevista la distribuzione di materiale didattico, costituita da fotocopie di relazioni monografiche e programmi di calcolo relativi a temi sviluppati nel corso. L'insegnamento non prevede l'adozione di uno specifico testo, tuttavia per ragioni culturali si ritiene utile il riferimento alla bibliografia seguente:

A. Carpinteri, *Scienza delle costruzioni. Vol. 1 e 2*, Pitagora.
L. Corradi, *Meccanica delle strutture. Vol. l e 2*, McGraw-Hill.

ESAME. La prova d'esame, esclusivamente orale, è generalmente articolata su tre quesiti, con ampia discussione degli elaborati prodotti dal candidato, in relazione ai temi assegnati durante il corso.

D5150 Stabilità dei pendii

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 82+28 (ore, nell'intero periodo)
Docente: *da nominare*
(collab.: Chiara Deangeli e Gabriele Pancotti)

Il corso ha lo scopo di fornire delle conoscenze, nel campo dell'ingegneria geotecnica, della stabilità dei pendii. In particolare vengono trattati i metodi per la caratterizzazione geotecnica di pendii in roccia ed in terreno, i metodi analitici e numerici per le analisi di stabilità e quelli relativi alla scelta ed al dimensionamento di opere di difesa e di stabilizzazione.

PROGRAMMA

Nel corso vengono trattati i seguenti argomenti:
- metodi di classificazione e identificazione dei fenomeni franosi;
- caratterizzazione geotecnica dei terreni e delle rocce costituenti i pendii naturali ed artificiali;
- metodi di analisi di stabilità dei versanti e di analisi del moto di masse instabili;
- metodi di consolidamento e di difesa dei pendii.

Le lezioni possono essere suddivise in 22 argomenti, riassunti nella tavola che segue:

1. Pendii naturali ed artificiali: scavi, rilevati, discariche (tipologie costruttive). [2 ore]
2. Classificazione dei movimenti franosi (Varnes, 1978). [4]
3. Identificazione dei fenomeni franosi. [2]
4. Ingegneria dei pendii. Concetti di base. [4]
5. Descrizione quantitativa delle discontinuità in roccia (ISRM, 1978). [10]
6. Resistenza a taglio della matrice rocciosa, delle discontinuità e della massa rocciosa; effetti di scala sulla resistenza a taglio. [8]
7. Flusso d'acqua nei mezzi rocciosi. [4]
8. Classificazione dei terreni. [2]
9. Resistenza a taglio dei terreni. [8]
10. Flusso d'acqua nei mezzi porosi. [4]
11. Modelli geomeccanici. [4]
12. Analisi del moto di caduta massi. [8]
13. Analisi di ribaltamento blocchi. [2]
14. Verifiche di stabilità allo scivolamento di pendii in roccia. [10]

15. Verifiche di stabilità allo scivolamento di pendii in terra. [8]
16. Analisi di frane per espansione laterale. [2]
17. Analisi del movimento di colate in terra e detrito. [6]
18. Analisi di fenomeni gravitativi profondi. [4]
19. Analisi probabilistiche di stabilità di pendii. [4]
20. Analisi dinamiche e pseudostatiche di pendii. [6]
21. Metodi di consolidamento di pendii. [6]
22. Metodi di protezione e difesa. [2]

I primi quattro riguardano la descrizione dei tipi di movimento franoso e delle tipologie costruttive di opere in terra e di scavi in roccia, di classificazione e identificazione dei fenomeni franosi e di definizione dei concetti di base dell'ingegneria dei pendii, quali il fattore di sicurezza, le analisi di stabilità in campo statico e dinamico ed il concetto di equilibrio limite.

Successivamente vengono richiamati alcuni temi della meccanica delle rocce, quali la descrizione quantitativa delle discontinuità, la resistenza a taglio e il flusso dell'acqua nei mezzi discontinui. Questi temi vengono trattati con specifico riferimento ai problemi di stabilità dei pendii in roccia sviluppando metodi statistici per l'elaborazione dei dati dei rilievi delle discontinuità, affrontando il problema degli effetti di scala sulla resistenza al taglio di grandi discontinuità e introducendo dei modelli numerici per lo studio del moto dei fluidi nelle discontinuità.

Le lezioni proseguono con i richiami di meccanica delle terre relativi alla caratterizzazione geotecnica e idraulica dei terreni. Le conoscenze acquisite in questa prima parte del corso permettono di sviluppare un modello geomeccanico della massa in esame che evidenzi le caratteristiche geometriche e strutturali e i potenziali cinematismi di instabilità.

Nel corso vengono quindi trattati metodi di verifica di stabilità e metodi previsionali dei movimenti franosi. In particolare sono sviluppati dei modelli analitici e numerici per l'analisi del moto di caduta massi e per l'analisi del comportamento meccanico di sistemi di blocchi, per la verifica di stabilità dei pendii in roccia ed in terra; viene descritto il metodo del blocco chiave per le analisi statiche di mezzi rocciosi discontinui e sono definiti i concetti generali ed illustrati dei casi applicativi del metodo degli elementi finiti e del metodo degli elementi distinti allo studio di frane complesse.

L'analisi dei meccanismi evolutivi di colata viene trattata con un modello analitico, per il caso di terreni argillosi e con un modello numerico fondato sulla teoria degli automi cellulari, per il caso di trasporto di masse detritiche.
Problemi di analisi dinamica dei pendii vengono trattati con alcune particolari applicazioni del metodo di Newmark, mentre alcuni metodi probabilistici (Montecarlo, Rosenblueth, Bayes e *fuzzy sets*) vengono discussi per tener conto dell'aleatorietà con cui i parametri fisici e geometrici del problema sono noti.

Il corso si conclude con la descrizione dei principali metodi di stabilizzazione dei pendii e di protezione di opere e infrastrutture civili dai movimenti franosi. Nel primo caso vengono illustrate le metodologie di scavo, riporto, drenaggio, rinforzo e sostegno dei pendii descrivendo, come nei metodi analitici e numerici precedentemente introdotti, si può schematizzare l'azione degli interventi realizzabili al fine di migliorare la stabilità dei pendii. Nel secondo caso vengono illustrati metodi di difesa da caduta massi (valli paramassi con reti di protezione, gallerie paramassi) e di trasporto di massa (briglie filtranti) e vengono descritti i metodi di verifica dell'efficacia di queste opere.

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni riguardano principalmente lo svolgimento di casi applicativi per:
- la caratterizzazione geotecnica di rocce e terreni costituenti il pendio;
- la messa a punto di un modello geomeccanico di una massa rocciosa;
- il calcolo previsionale del moto di caduta massi lungo il versante;
- la verifica di stabilità al ribaltamento e scivolamento con il metodo dell'equilibrio limite di un sistema di blocchi;
- le verifiche di stabilità di pendii in roccia con il metodo del blocco chiave;
- la verifica di stabilità dei pendi in terra con alcuni metodi dell'equilibrio limite;
- l'analisi del moto di un colamento detritico con il metodo degli automi cellulari;
- l'analisi con metodi numerici dei meccanismi evolutivi di frane complesse;
- le verifiche di stabilità in campo pseudostatico e l'analisi dinamica di un sistema di blocchi con il metodo degli elementi distinti;
- il dimensionamento e la verifica di un intervento di stabilizzazione di un pendio;
- il dimensionamento e la verifica di un'opera di protezione da caduta massi, costituita da un vallo con rete di protezione.

È prevista inoltre un'escursione in un sito sede di un movimento franoso.

BIBLIOGRAFIA
Testi di riferimento:
Rock slope stability analysis / G.P. Giani. – Rotterdam : Balkema, 1992.
(Tratta gli argomenti di cui ai punti 1, 2-7, 11-14, 16, 19-22 della tabella che riassume il programma delle lezioni. Questo testo è reperibile presso la biblioteca del Dipartimento di Georisorse e territorio).
Per gli argomenti trattati ai punti 3, 8, 9, 10, 15, 17 e 18 verranno date agli studenti del corso delle dispense.
Viene inoltre consigliata la consultazione dei seguenti testi
Pendii naturali e fronti di scavo : atti del 2. ciclo di conferenze di meccanica ed ingegneria delle rocce / a cura di G. Barla. – MIR Politecnico di Torino, 1988.
Previsioni e riscontri nella meccanica ed ingegneria delle rocce : atti del 4. ciclo di conferenze di meccanica ed ingegneria delle rocce / a cura di G. Barla. – MIR Politecnico di Torino, 1992.
Landslides : analysis and control / ed. R.L. Schuster, R.J. Krizek. – (Special reports ; 29). – Washington : Highway Research Board, 1978.
Soil slope instability and stabilisation / ed. B.F. Walker, R. Fells. – Rotterdam : Balkema, 1987.

D/G 5360 Strutture prefabbricate

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 60+60 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Piero Palumbo (collab.: Roberto Rossetti)

Il corso è finalizzato a fornire le nozioni fondamentali sulla tipologia, progettazione e tecnica costruttiva delle strutture prefabbricate con adeguati riferimenti alle loro particolari condizioni e caratteristiche di impiego onde consentire una conoscenza anche di carattere professionale nei settori progettuale, produttivo e cantieristico.

REQUISITI
È opportuna la conoscenza di *Scienza delle costruzioni* e *Tecnica delle costruzioni*.

PROGRAMMA

1. Premesse e principi generali della prefabbricazione.
Fattori tecnici ed organizzativi. Problemi di normativa generale e gestionali. Progettazione integrale: impostazione ed evoluzione delle fasi operative. Grado di prefabbricazione: elementi influenti e termini di confronto con le strutture tradizionali.

2. Sistemi di prefabbricazione e processi di produzione.
Prefabbricazione per componenti e per sistemi. Prefabbricazione stazionaria, in batteria, continua, su piste di tensione. Scelte tipologiche in funzione dello schema strutturale. Fasi di trasporto e di montaggio: problemi tecnici e statici.

3. Materiali impiegati.
Caratteristiche fisico-meccaniche: implicazioni applicative e di calcolo. Calcestruzzi: caratteristiche meccaniche e reologiche, resistenze operative maturazione accelerata, vibrazione e centrifugazione. Materiali speciali: *cls* ad altissima resistenza, *cls* compositi, *cls* leggeri, *cls* PIC, ferrocemento, polimeri sintetici, resine epossidiche, leghe leggere (cenni).

4. Criteri generali di calcolo strutturale.
Tipologie e schematizzazioni delle strutture. Fasi transitorie e di esercizio. Condizioni di carico: loro specificità; carichi eccezionali. Condizioni di vincolo. Stabilità dell'equilibrio elastico (cenni). Sicurezza strutturale, coefficienti di comportamento. Sperimentazione sulle strutture e loro componenti. Progetto di durabilità con riferimento a funzioni, vita di esercizio, materiali e condizioni ambientali. Controlli e qualità.

5. Normativa.
Analisi della normativa italiana, con richiami a quella internazionale

6. Strutture a pannelli portanti.
Generalità, tipologie e schemi statici.
Calcolo dei solai: caratteristiche flettenti, determinazione dei gradi di vincolo e loro efficienza, verifiche di resistenza e di deformabilità, disposizioni armature.
Calcolo delle pareti: schemi statici, eccentricità, curva *epsilon* (*sigma*), verifiche, disposizioni armature.
Problemi di controvento: carichi orizzontali applicati, ripartizione degli sforzi tra gli elementi di controvento con riferimento ai vari schemi statici, mensole complesse, giunti organizzati e chiavi elastiche.
Verifiche globali di resistenza e deformabilità delle pareti, coefficienti di comportamento, disposizioni armature. Criteri di verifica per carichi eccezionali.
Sistemi ad elementi tridimensionali: tipologia strutturale delle celle, aggregazioni, capacità portante (cenni). Sistemi a *tunnel* (cenni).

7. Strutture ad ossatura portante.
Generalità, schemi statici e tipologici, eccentricità di calcolo.
Normative specifiche per le fasi transitorie: forze orizzontali di calcolo, condizioni di carico e di vincolo particolari.
Stabilità dell'equilibrio rigido, effetti del secondo ordine sulle colonne (metodo del taglio fittizio e metodo della colonna modello: cenni), instabilità nelle travi in parete sottile, profili aperti e chiusi.
Unioni: tipologie e caratteristiche esecutive, calcolo di verifica, coefficienti di comportamento (pilastro–fondazione, pilastro–pilastro, trave–pilastro, trave–trave, mensole).
Effetti locali dei carichi concentrati: casi di solai, pareti, pilastri: calcolo e disposizioni armature.

Diffusione carichi concentrati su elementi di orizzontamento.
Appoggi: normative, profondità minime, influenza della profondità e dei materiali sulle condizioni di resistenza; appoggi metallici ed in gomma: progetto e criteri di verifica.

ESERCITAZIONI
Vengono discussi e redatti, con impostazione di tipo professionale, due progetti strutturali, rispettivamente di un manufatto elementare e di un edificio completo. I temi sono scelti con esplicito riferimento ad esempi costruttivi riscontrabili nella pratica professionale e per i quali, nel corso di due esercitazioni apposite, sia possibile una discussione in aula con i tecnici progettisti delle rispettive opere ed, in sito, nel corso di due visite guidate, il riscontro pratico delle fasi produttive e di montaggio.

VISITE GUIDATE
Ad integrazione delle esercitazioni in aula vengono effettuate di massima due visite (di cui una di mezza giornata ed una di una giornata intera) presso stabilimenti di produzione e cantieri di montaggio. Tali visite sono finalizzate ad un riscontro pratico di argomenti trattati nel corso e dei progetti svolti nelle esercitazioni.

BIBLIOGRAFIA
Il materiale didattico necessario per seguire il corso (copie di capitoli di testi specializzati, di pubblicazioni, di articoli di riviste, di documentazione tecnica edita dalle ditte di prefabbricazione, normative, ecc.) sarà fornito nel corso delle lezioni.
Per eventuali approfondimenti si segnalano le seguenti pubblicazioni:
T. Koncz, *La prefabbricazione residenziale e industriale* (due volumi), Bauverlag, Milano. (Argomenti di progettazione tipologica, fabbricazione, montaggio).
B. Lewicki, Progettazione di edifici multipiano industrializzati, ITEC, Milano. (Problemi di calcolo strutturale)
G. Menditto, *Statica delle strutture prefabbricate* (due volumi), Tamburini, Milano. (Problemi di calcolo strutturale)
L'edilizia : rivista mensile di tecnologie, progettazione, materiali, De Lettera Ed., Milano.

ESAME
1. A conclusione dello svolgimento di ciascuno dei due temi di esercitazione (da effettuarsi con dati progettuali diversificati per gruppi di quattro-cinque studenti) viene richiesta una relazione tecnica illustrante l'opera progettata ed il calcolo strutturale effettuato oltre ai disegni in scala opportuna per la definizione dell'opera (carpenteria, armatura metallica, particolari delle unioni, ecc.). L'esame degli elaborati avverrà alla presenza degli studenti per la verifica del grado di apprendimento acquisito e la discussione di eventuali problematiche riscontrate.
2. Nelle sessioni previste saranno svolti gli esami in forma orale con un minimo di tre domande per la verifica del grado di conoscenza e di apprendimento degli argomenti svolti a lezione.

G5440 Tecnica della sicurezza ambientale

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 70+25 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Norberto Piccinini (collab.: Italo Mazzarino, Guido Sassi)

Nel quadro dell'ampio significato dei termini "rischio" e "sicurezza", il corso intende fornire gli strumenti per individuare le pericolosità nelle varie attività e definire procedimenti, tecnici od organizzativi, per raggiungere obiettivi di sicurezza. Il corso intende inoltre trasferire le valutazioni dei rischi in processi decisionali per una corretta progettazione e per una attenta gestione dei rischi imprenditoriali od ambientali.

REQUISITI
Sarebbe opportuno che l'allievo avesse superato un insegnamento di impianti.

PROGRAMMA

1. *Incidenti e rischi nelle attività umane.* [6 ore]
Infortuni sul lavoro e malattie professionali. Evoluzione dei concetti di "rischio" e "sicurezza". Scale e parametri per valutazioni di tollerabilità dei rischi. Le valutazioni di impatto ambientale. *Environmental audits.*

2. *Pericolosità di prodotti ed operazioni industriali.* [20 ore]
Tossicità delle sostanze chimiche. Reazioni di combustione ed esplosive. Elementi di protezione contro gli incendi. Rischi legati all'uso dell'energia elettrica.

3. *Metodi di studio dei rischi nelle attività antropiche* (impianti industriali e grandi opere infrastrutturali). Metodi basati sul giudizio ingegneristico (indici di rischio, *safety audits, check list*). Approccio storico a mezzo banche dati incidenti. [4 ore]

Valutazioni probabilistiche dei rischi. [16 ore]
- Metodi per l'individuazione delle pericolosità di origine interna agli impianti (analisi di operabilità, Hazop, analisi dei guasti e loro effetti; FMEA).
- Valutazione della risposta di un impianto al verificarsi di un guasto per mezzo di alberi logici e decisionali (diagramma delle sequenze incidentali, albero degli eventi, albero dei guasti, diagramma logico cause – conseguenze).
- Stima della frequenza di eventi incidentali (risoluzione di alberi logici).
- Analisi di sequenze incidentali di tipo dinamico.

4. *Principi e metodi dell'affidabilità tecnologica.* [8 ore]
Affidabilità di un componente, di sistemi operativi (in serie o in parallelo, a logica maggioritaria), di sistemi in attesa di intervento. Banche dati affidabilità. Analisi di sistemi tramite catene di Markov.

5. *Valutazione degli errori umani.* [2 ore]
Cause e tipi di errore umano. Modelli e dati per la stima dell'affidabilità umana.

6. *Danni all'ambiente.* [14 ore]
Uso irrazionale delle risorse, cattiva gestione del suolo e dei reflui (solidi, liquidi e gassosi).

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni consistono nella preparazione di relazioni tecniche dai differenti contenuti. Gli argomenti trattati dovranno quindi essere presentati in modo schematico evitando la forma colloquiale. Per la loro stesura si dovranno seguire i principi di massima contenuti nel volume *Saper comunicare: cenni di scrittura tecnico scientifica*, pubblicato dall'Ateneo nel 1993. In particolare, in ogni relazione dovrà essere presente l'*indice* con l'adeguato livello di dettaglio. Questo deve contenere quanto meno lo

scopo e la *bibliografia* e la lista dei *simboli*. Oltre agli aspetti sostanziali anche quelli formali di presentazione devono essere curati.
Il primo giorno di lezione il docente fornirà dettagliate istruzioni sui contenuti ed i tempi di consegna delle seguenti esercitazioni:
- Costituzione di un prototipo di banca dati incidenti e analisi di pericolosità.
- Applicazioni delle differenti metodologie di analisi dei rischi.
- Elaborazione di una specifica per omologazione di un prototipo.
- Analisi delle relazioni cause – effetti su un componente di macchina uscito di servizio.
- Relazione dettagliata su un tema ambientale o di sicurezza di interesse dell'allievo.

BIBLIOGRAFIA
Parte del materiale didattico sarà messo a disposizione durante il corso.
Norme per la prevenzione degli infortuni.
N. Piccinini, *Affidabilità e sicurezza nell'industria chimica*, SCCFQiM, Barcellona, 1985.
S. Messina, N. Piccinini, G. Zappellini, *Valutazione probabilistica di rischio*, 3ASI.
D.A. Crowl, J.F. Louvar, *Chemical process safety*, Prentice-Hall, 1990.

ESAME
L'esame, costituito da uno scritto e un orale, verte esclusivamente sul programma svolto a lezione, che pertanto può subire variazioni di anno in anno. Lo scritto è relativo solo alle applicazioni delle metodologie sull'analisi dei rischi (durata della prova: 3 ore; sono consultabili appunti, libri od esercizi svolti).

D5462 Tecnica delle costruzioni 2

Anno:periodo 4:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 60+60 (nell'intero periodo)
Docente: Crescentino Bosco

[Testo del programma da "Guida 1994/95"]

Il corso si propone di fornire allo studente alcuni strumenti per lo studio, con metodi analitici e numerici, dei sistemi strutturali a telaio piano e delle strutture bidimensionali piane e curve. Inoltre vengono approfonditi alcuni aspetti relativi alla stabilità dell'equilibrio di strutture monodimensionali e bidimensionali e alla transizione tra collasso duttile e fragile.

PROGRAMMA
Metodo degli spostamenti e calcolo automatico dei telai e dei graticci in campo lineare e non lineare.
Plasticità: comportamento dei materiali elasto-plastici. Teoremi generali della teoria della plasticità.
Sistemi di travi caricate da forze proporzionali concentrate e distribuite.
Analisi limite di strutture monodimensionali e bidimensionali.
Lastre piane: soluzione con metodi analitici e numerici.
Lastre di rivoluzione: lastre cilindriche; cilindro lungo e corto; lastre cilindriche con fondi; lastre coniche; lastre sferiche.
Volte sottili.
Serbatoi prismatici.
Stabilità dell'equilibrio elastico di travi snelle, lastre e tubi. Transizione tra collasso plastico e frattura fragile al variare della dimensione strutturale. Transizione tra collasso plastico e instabilità dell'equilibrio elastico al variare della snellezza.

D5490 Tecnica ed economia dei trasporti

Anno:periodo 4:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Adelmo Crotti (collab.: Cristina Pronello, Bruno Scuero)

Il corso ha lo scopo di fornire i fondamenti dell'ingegneria dei trasporti attraverso la trattazione delle principali teorie che stanno alla base della pianificazione, della tecnica e della gestione dei sistemi di trasporto.
Si configura pertanto come corso formativo e informativo di settore e propedeutico per i corsi specialistici del 5. anno.

REQUISITI. *Istituzioni di economia, Meccanica applicata alle macchine + Macchine, Elettrotecnica.*

PROGRAMMA

Premessa. [6 ore]
L'ingegneria dei trasporti nella formazione e nella professione degli ingegneri. Basi storiche dell'attuale assetto dei trasporti. La politica dei trasporti in Italia e nei paesi industrializzati. L'organizzazione dei trasporti in Italia.

Elementi di economia dei trasporti. [6 ore]
La spesa nazionale nel settore trasporti ed il conto nazionale dei trasporti. Le forme di mercato e le sue imperfezioni. I costi di produzione. Le tariffe. Le sovvenzioni alle imprese, la politica fiscale. Analisi della domanda e dell'offerta di trasporto.

La pianificazione dei trasporti. [6 ore]
Modelli di domanda e di offerta. Modelli previsionali. Tecniche quantitative per la pianificazione dei trasporti.

Elementi di tecnica dei trasporti. [8 ore]
Caratteristiche e prestazioni dei veicoli terrestri. Il moto del veicolo: forze attive e resistenze. Caratteristiche meccaniche dei motori di trazione. Fasi caratteristiche del moto.

La congestione nei sistemi di trasporto. [8 ore]
Caratteristiche e prestazioni delle infrastrutture stradali e ferroviarie. Le teorie del deflusso: capacità e potenzialità di trasporto. I sistemi a guida libera e a guida vincolata. Sistemi di esercizio e regimi di circolazione.

Esercizio dei sistemi di trasporto. [6 ore]
Le prestazioni dei sistemi di trasporto. Sistemi di trasporto integrati, nodi di interscambio, intermodalità. I trasporti metropolitani.

Organizzazione ed economia delle imprese di trasporto. [6 ore]
Le risorse per la produzione del trasporto. Bilanci ed indicatori gestionali. Costi e ricavi totali, medi e marginali. Punto di pareggio e di massimo profitto. Organizzazione delle imprese.

Valutazione degli investimenti e dei progetti. [4 ore]
L'analisi finanziaria. L'analisi economica. L'analisi costo – efficienza.

ESERCITAZIONI

1. Definizioni e nomenclatura attinenti i veicoli e le infrastrutture stradali. Il moto del veicolo isolato, forze attive e resistenze. [4 ore]

2. L'equazione del moto. Calcolo delle prestazioni degli autoveicoli a regime e nelle fasi di accelerazione e frenatura. [4 ore]
3. Definizioni e nomenclatura attinente i veicoli e le infrastrutture ferroviarie. Formule sperimentali per il calcolo delle resistenze ordinarie ed accidentali. [4 ore]
4. Diagrammi di trazione e integrazione tabellare dell'equazione del moto. [4 ore]
5. Capacità e livello di servizio delle strade. Applicazioni dal manuale HCM. [4 ore]
6. Potenzialità di circolazione delle linee ferroviarie. Regimi di circolazione. [4 ore]
7. Sistemi a barriera e loro dimensionamento. [4 ore]
8. Dimensionamento dei servizi di trasporto, risorse occorrenti. Orari grafici. [4 ore]
9. Costo del trasporto. Bilanci. Indicatori gestionali. [4 ore]
10. Introduzione alla pianificazione dei trasporti. Fasi operative. Valutazione degli investimenti e dei progetti. [4 ore]
11. Valutazioni economiche. [4 ore]
12. Valutazioni multiobiettivi e multicriteri. [4 ore]

BIBLIOGRAFIA

Mario Del Viscovo, *Economia dei trasporti*, UTET.
Vincenzo Torrieri, *Analisi del sistema dei trasporti*, Falzea.
Appunti del corso.

ESAME

Prova d'esame scritta e orale.
Esame scritto. Risoluzione di esercizi su argomenti trattati nelle esercitazioni, con possibilità di consultazione di testi e appunti.
Esame orale. Per l'ammissione alla prova orale occorre aver superato con esito almeno sufficiente la prova scritta.

D5510 Tecnica urbanistica

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4+1 (ore settimanali); 52+52+10 (nell'intero periodo)
Docente: Enrico Desideri

Il corso si propone di introdurre gli studenti alle tematiche dell'urbanistica, delle tecniche urbanistiche per la pianificazione del territorio e del processo di pianificazione urbanistica, fornendo un quadro di riferimento delle vicende salienti dell'esperienza urbanistica in Italia ed all'estero.
D'intesa con il docente saranno definiti, all'inizio del corso, i temi di ricerca, da sviluppare durante le esercitazioni da assegnare ai singoli gruppi e che potranno riguardare l'analisi diretta di un ambiente geografico delle composite componenti di umanizzazione (fattori sociologici, ambientali, organizzativi, formali ecc.).

PROGRAMMA

Introduzione all'urbanistica: dalla genesi delle città allo sviluppo della città moderna, con particolare riferimento ai problemi legati alla tecnica ed alla pianificazione urbanistica. La Grecia e la pianificazione ellenistica, Roma e la sua opera di pianificazione, l'alto Medioevo ed il risveglio della città–stato comunale, la trattatistica e le realizzazioni urbanistiche del rinascimento. Il Settecento: cultura e sviluppi economici, città di residenza e città di colonizzazione. Le grandi trasformazioni ottocentesche, Parigi, il Ring di Vienna e l'azione di Camillo Sitte. Da Owen alla città giardino e all'urbanistica moderna. La città cablata.

L'evoluzione degli studi urbanistici: contributi delle discipline sociologiche, storiche, geografiche ed economiche. Il pensiero urbanistico e gli schemi ideali: il movimento razionalista, la carta di Atene, il piano di Amsterdam, Broadacre City e le nuove città dell'epoca contemporanea.

Le problematiche dell'edilizia e dei relativi *standard*. Traffico, strade e circolazione. Le piazze e loro caratteri requisiti. Caratteri delle strade urbane: andamento planimetrico, orientamento, andamento altimetrico, sezioni stradali urbane: strade ed edilizia. La circolazione stradale, aree pedonali, trasporti urbani pubblici su strada o in sotterranea (metropolitane).

Le infrastrutture urbane e gli *standards* urbanistici. Zone verdi e tempo libero: giardini e parchi pubblici, campi di gioco e zone sportive, dotazione e distribuzione del verde nei complessi urbani, sistemi organici del verde.

La progettazione delle opere di urbanizzazione primaria e secondaria: la legislazione delle opere pubbliche e la predisposizione degli elaborati progettuali, di contabilità e di collaudo.

Obiettivi e attuazione della pianificazione territoriale ed urbanistica: gli esempi più significativi.

Lineamenti generali e livello della pianificazione urbanistica: lineamenti di piano nazionale, piano territoriali di coordinamento, piani comprensoriali, sub-regionali, settoriali. Piani regolatori e strumenti urbanistici esecutivi. L'evoluzione urbanistica italiana prima e dopo la legge generale n. 1150 del 1942.

La pianificazione urbanistica e le risorse ambientali: la strumentazione urbanistica e la tutela del paesaggio.

Introduzione all'elaborazione automatica dei dati territoriali: l'informatica come strumento per la cartografia ed il governo del territorio. Applicazioni nel campo della pianificazione urbanistica generale (PRGC) e strumentazione urbanistica esecutiva (Piani Particolareggiato, Piani Esecutivi Convenzionati ecc.). Gestione della certificazione urbanistica informatizzata e gestione delle pratiche edilizie negli uffici tecnici comunali collegati alla informatizzazione del PRGC.

Uso agricolo ed urbano del suolo: rendite economiche e rendite di posizione.

Il processo di urbanizzazione e crescita del sistema di città. Funzioni urbane e classificazione funzionale della città. Le funzioni centrali e la teoria del *central place*. Le teorie della localizzazione industriale.

Il ruolo dei modelli nel processo di pianificazione: principi per la progettazione e l'uso dei modelli.

La valutazione di impatto ambientale: applicazioni a livello locale e nazionale: raffronti tra normativa italiana e normativa estera.

La pianificazione territoriale in Occidente, con particolare riferimento ai paesi anglosassoni (Gran Bretagna e Stati Uniti) ed all'Europa continentale (Francia, Svizzera, Germania, Olanda, Belgio, Grecia).

Innovazione tecnologica e trasformazioni territoriali. I poli scientifico tecnologici. Tecnopòli e Tecnòpoli.

Il governo delle aree metropolitane: legislazione italiana, ed esempi di legislazioni estere. Illustrazione di esempi significativi di trasformazioni urbane e metropolitane nei paesi occidentali e nei paesi in via di sviluppo.

ESERCITAZIONI E LABORATORIO
Le esercitazioni saranno sviluppate in modo tale da consentire allo studente l'acquisizione di capacità progettuali per la predisposizione di Strumenti Urbanistici Esecutivi e di progetti di gestione territoriale collegati alla pianificazione urbanistica e territoriale. Indagini e rilievi di tipologie urbanistiche e raffronti con modelli illustrati a lezione. Ricerche finalizzate alla comprensione di particolari problemi e temi sviluppati a lezione, per una migliore comprensione della realtà operativa professionale.
Le esercitazioni di laboratorio informatico verranno svolte dal docente come parte integrante e applicativa di alcuni argomenti trattati durante le lezioni e inserite di conseguenza nell'orario ufficiale.

BIBLIOGRAFIA
Durante il corso saranno messe a disposizione degli allievi dispense settoriali del corso: di volta in volta sarà fornita amplia bibliografia per l'approfondimento dei singoli temi.

ESAME
È prevista nella seconda parte del corso una prova scritta facoltativa, il superamento della quale comporta l'esonero della prova scritta dell'esame finale. Tale prova può essere ripetuta alla fine del corso (durata della prova un'ora e mezza: non sono consultabili appunti o libri di testo).

D5520 Tecniche della produzione edilizia

Anno:periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 56+16 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Pier Giuseppe Contini

Il corso si propone di fornire la conoscenza delle caratteristiche dei materiali e dei meccanismi di trasferimento negli interventi di riabilitazione delle strutture, i metodi per l'analisi strutturale e per la verifica delle sezioni prima e dopo gli interventi di consolidamento.
Vengono inoltre forniti i fondamenti per le verifiche di sicurezza delle costruzioni nelle situazioni di incendio, secondo i procedimenti indicati dagli eurocodici e dalle normative nazionali. Le esercitazioni sono rivolte alla applicazione della teoria e alla redazione di progetti di riparazione – rinforzo strutturale.

REQUISITI
Si ritengono utili le conoscenze acquisite nei corsi di *Scienza delle costruzioni, Tecnica delle costruzioni, Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso.*

PROGRAMMA

1. Introduzione al corso. Classificazione delle azioni danneggianti, azioni e situazioni accidentali. [2 ore]
2. Formazione del quadro diagnostico. Valutazione delle caratteristiche strutturali residue: metodi sperimentali e analitici, leggi costitutive dei materiali. [5 ore]
3. L'incendio. Le probabilità di collasso. I requisiti esigenziali degli edifici. La modellazione della relazione temperatura – tempo. [3 ore]

4. Il danneggiamento dei materiali e delle strutture a causa dell'incendio. [3 ore]
5. I parametri per la modellazione della relazione della relazione temperatura – tempo. L'incendio reale e l'incendio *standard*. [4 ore]
6. Le verifiche delle sezioni a flessione, taglio e torsione. [6 ore]
7. Le particolarità costruttive. [2 ore]
8. Materiali e tecnologie negli interventi di riabilitazione. [6 ore]
9. Meccanismi di trasferimento delle azioni nell'interfaccia tra materiali esistenti e aggiuntivi. [8 ore]
10. Revisione dei coefficienti parziali di sicurezza lato azioni e lato materiali negli interventi di consolidamento. [2 ore]
11. Progettazione degli interventi di riparazione–rinforzo (lamiere cellate, armatura aggiuntivi, cerchiatura, incamiciatura, utilizzo di carpenteria metallica). [10 ore]
12 Accertamenti finali sulla struttura riparata-rinforzato. [1 ora]
13 Gli edifici storici in muratura (interpretazione strutturale, patologia, interventi di consolidamento). [4 ore]

ESERCITAZIONI
Modellazione di un danneggiamento. [12 ore]
Verifica strutturale di elementi costruttivi nelle situazioni di incendio. [10 ore]
Progetto esecutivo di un interventi di riabilitazione strutturale e compilazione della relazione tecnica e di calcolo. [34 ore]

BIBLIOGRAFIA
Gli *Eurocodici* pertinenti al programma svolto.
Una ulteriore documentazione verrà fornita durante il corso.

ESAME
L'esame corrisponde interamente al programma svolto nelle lezioni e nelle esercitazioni. Consiste in una unica fase orale, durante le quale dovrà essere esposta in primo luogo la procedura adottata per la progettazione dell'intervento di riabilitazione e, successivamente, i supporti teorici sia di modellazione del danneggiamento che delle analisi strutturali condotte. La durata è prevista in circa 45-60 minuti primi.
Il punteggio viene valutato complessivamente, ponendo particolare riguardo alla conoscenza concettuale degli argomenti trattati.

G5530 Tecniche della rappresentazione

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Gianfranco Calorio

Il corso intende approfondire gli aspetti della rappresentazione grafica analizzando, dalle tematiche di base fino agli sviluppi operativi, il rapporto tra finalità rappresentativa, metodi e sistemi di produzione della stessa. Pur privilegiando il campo applicativo della progettazione riferita agli ambiti urbanistico ed architettonico, il corso sviluppa una serie di nozioni riguardanti l'analisi dei supporti strumentali tradizionali e l'ausilio delle tecnologie innovative (elaborazioni automatiche, CAD, *computer graphics*, memoria elettronica per banche dati e sistemi informativi etc.) per la produzione di rappresentazioni grafiche e visive, con una particolare attenzione nei confronti di procedure miranti all'integrazione dei sistemi in uso.

REQUISITI
Si danno per acquisite tutte le nozioni afferenti al disegno ed alla geometria; si richiede altresì una conoscenza di base di tipo informatico. Il corso è strettamente integrato ai *curricula* degli allievi edili e, per connotazione intrinseca, si offre come completamento esplorativo delle diverse occasioni di analisi e studio affrontate e pertanto risulta complemento formativo interdisciplinare tanto nell'ambito del rilievo, quanto in quello della progettazione.

PROGRAMMA
Il programma si articola in tre periodi.

I periodo. La comunicazione per immagini.
Il concetto di rappresentazione.
La costruzione geometrica dell'immagine nell'evoluzione della cultura.
Il ruolo svolto dalla costruzione geometrica nei diversi tipi di rappresentazione.
Sezioni viaggianti d'inviluppo, reticoli spaziali e tessuti di falserighe.
Le geometrie non euclidee.
Visione naturale, percezione e visione / percezione strumentali.
Illusioni ottiche.
Relazioni fra immagini.
Segni iconici.
Segni, segnali e segnaletica.
I segni per la comunicazione e l'orientamento nel caso di utenze anche parzialmente disabili.

II periodo. La rappresentazione dell'ambiente e del costruito.
Evoluzione della cultura e delle tecniche di rappresentazione.
La rappresentazione dello spazio (sviluppi storici).
Matematizzazione delle tecniche grafiche.
Le macchine prospettiche.
Cartografia storica e cartografia tematica.
Architettura e rappresentazione.
Il disegno del territorio e del paesaggio.
Richiami di topologia e cenni di teoria dei grafi.
Schemi funzionali–distributivi.
Il disegno di progetto: dall'idea formativa al disegno esecutivo.
Il disegno di cantiere.
La rappresentazione per il recupero ed il restauro: il campo dei beni culturali ambientali

III periodo. Gli strumenti per la costruzione e la comunicazione dell'immagine.
Il futuro della rappresentazione: evoluzione strumentale.
L'impiego della *computer graphics* nelle rappresentazioni dell'architettura.
La modellazione geometrica nella rappresentazione.
Modellazione plastica e informatica per la definizione dell'ambiente costruito e naturale
Informatica grafica.
Progettazione architettonica assistita da calcolatore.
Simulazione visiva.
Cartografia numerica.
Tecnologie innovative ed evoluzione dei sistemi informativi.
Sistemi di rilievo paralleli.
La fotografia.
Tecniche di riproduzione, processi di stampa.
Tecniche per la modellistica.
Industrial Design e Graphic Design.

Fotogrammetria architettonica.
La ripresa con l'uso di videocamere.
Ripresa, restituzione e conservazione.

ESERCITAZIONI
Le esercitazioni del corso comprendono da un lato la redazione di schedature critiche antologiche su esempi tratti da riviste, pubblicazioni o progetti relativi agli argomenti trattati durante le lezioni, dall'altro lo svolgimento di ricerche monografiche individuali guidate che si articolano per tutto il corso, organizzate per fasi d'indagine, differenziate e calibrate sui *curricula* degli allievi onde consentire un'articolazione flessibile degli ambiti operativi. Le esercitazioni in laboratorio (informatico, fotografico, etc.) seguono le rispettive lezioni e sono anch'esse organizzate in funzione delle ricerche individuali. Durante il corso si potranno anche tenere esercitazioni esterne (visite guidate, rilievi sul campo, etc.).

BIBLIOGRAFIA
Materiale didattico redatto dal docente sarà distribuito nel corso delle lezioni ed esercitazioni. La bibliografia di base sarà divulgata a completamento degli argomenti trattati.
Testi ausiliari, per approfondimenti:
Si consiglia il riferimento a scritti d'autore con ampia libertà di scelta e di lettura. La bibliografia specifica (riviste, quaderni di Dipartimento, etc.) sarà comunque divulgata a completamento degli argomenti trattati.

ESAME
L'esame consiste in una prova scritta (relazione con allegati grafici) seguita, quando positiva, da una interrogazione orale sugli argomenti trattati durante il corso. Prove d'accertamento verranno svolte durante il periodo didattico e consisteranno in una prova scritta di commento e valutazione critica di esempi riferiti agli argomenti del corso affrontati durante le lezioni e/o alle esercitazioni. Le prove d'accertamento superate esonerano dalla relativa parte d'esame finale.
Le presenze alle lezioni ed alle esercitazioni verranno registrate sulle schede personali degli allievi (NB: per ottenere la firma di frequenza è necessario aver ottenuto il visto di accettazione del docente sul lavoro di ricerca individuale assegnato ad inizio corso e, almeno, aver elaborato 5 schedature antologiche).

D/G5740 Telerilevamento

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 8+4+4 (ore settimanali)
Docente: Giuliano Comoglio

Il termine telerilevamento significa letteralmente rilevamento a distanza. In questo corso vengono impartiti i principali concetti teorici e pratici relativi all'estrazione da dati, acquisiti da piattaforma aerea o satellitare, di informazioni di tipi geometrico, radiometrico e spettrale.
Ampio spazio viene anche dedicato al problema della rappresentazione del territorio. Il telerilevamento resta l'elemento di base essenziale per la corretta interpretazione dei fenomeni che interagiscono con il territorio.
Questa disciplina fornisce gli strumenti di base generali indispensabili per chi dovrà occuparsi della corretta gestione del territorio e si pone come completamento della formazione nel campo delle scienze del rilevamento (*Topografia, Fotogrammetria, Cartografia numerica*).

REQUISITI
Si richiede allo studente il possesso delle nozioni fornite dai corsi di *Fondamenti di informatica, Topografia* e possibilmente *Cartografia numerica* e *Fotogrammetria.*

PROGRAMMA

Principi di fisica. [16 ore]
Leggi fisiche della radiazione, corpo nero, legge di Kirchhoff, radiometria, fotometria, geometria della radiazione, colorimetria, interazione tra radiazione e atmosfera, tra materia e energia, emissione termica, tipi di superfici, diffilsione e diffusione dei mezzi naturali.

Trattamento delle immagini. [18 ore]
Immagini e risoluzione, contrasto, potere risolvente, scala, concetto di risoluzione, appunti di fotografia, strumenti ottico-elettronici di ripresa e restituzione, elementi di fotointerpretazione, elaborazione di immagini digitali, correzioni radiometriche, tecniche di enfatizzazione, filtri digitali, classificazione manuale e semiautomatica.

Sistemi e sensori. [6 ore]
Satelliti Landsat, Spot, Ers, satelliti meteorologici e oceanografici.

Telerilevamento ed energia termica. [4 ore]
Proprietà termiche degli oggetti, geometria delle immagini, sistemi di scansione, tecniche di interpretazione.

Telerilevamento nelle microonde. [4 ore]
Geometria delle immagini, lunghezze d'onda, penetrazione, polarizzazione, direzione di presa, sistemi SLAR e SAR, equazione radar, umidità e rugosità delle superfici.

Applicazioni del telerilevamento. [12 ore]
Vegetazione, idrologia e geologia, uso del suolo, sistemi informativi territoriali.

ESERCITAZIONI
Utilizzo di software *per il trattamento delle immagini.* [8 ore]
Analisi dei *software* disponibili.
Analisi geometriche e radiometriche di immagini digitali. [8 ore]
Principali elaborazioni geometriche e radiometriche di immagini digitali.
Analisi di problemi ambientali mediante l'uso del telerilevamento. [44 ore]
Approccio metodologico nello studio di un problema di natura ambientale (generalmente vengono presentati diversi temi su di cui gli allievi sperimenteranno le nozioni teorico-pratiche acquisite).

BIBLIOGRAFIA
Brivio, Lechi, Zilioli, *Il telerilevamento da aereo e da satellite*, Delfino, Sassari, 1993.
Campbell, *Introduction to remote sensing*, Guilford, New York, 1987.

ESAME
L'esame è suddiviso in una prova scritta (relazione) e una prova orale. La prova scritta consiste in una relazione finale sull'attività svolta dal candidato durante la terza parte delle esercitazioni. La prova orale comprende una serie di domande riguardanti il programma svolto durante le lezioni e le esercitazioni del corso. Ad essa si accede solo se la relazione scritta ha avuto esito positivo.

D/G5840 Teoria delle strutture

Anno:periodo 4,5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 60+60 (ore, nell'intero periodo)
Docente: Pietro Bocca (collab.: Enrico Ballatore, Andrea Nano, Vincenzo Di Vasto)

Il corso si propone di fornire all'allievo gli strumenti per poter affrontare criticamente i problemi connessi al progetto e alla verifica delle strutture civili ed edili.
Si vuole dare una ampia visione del problema strutturale che comprenda sia l'analisi tipologica dei manufatti, in particolare le strutture murarie storiche e di nuova costruzione, sia le metodologie di stima e di calcolo. In questa ottica si cerca di armonizzare e confrontare, in sede di progetto e di verifica, i metodi storici empirici grafici con i più recenti sviluppi di calcolo numerico, integrati in alcuni casi con le indicazioni sulle procedure sperimentali più appropriate.
Sono argomenti fondamentali del corso i problemi tipologici strutturali, i problemi di valutazione e di calcolo tra cui l'applicazione del metodo degli elementi finiti, i problemi di diagnosi e controllo sperimentale.

REQUISITI. *Scienza delle costruzioni.*

PROGRAMMA

Richiami sullo stato di tensione, tensioni principali, cerchi di Mohr. Richiami di meccanica del continuo. Richiami di calcolo matriciale. Richiami di statica grafica, poligoni funicolari, curva delle pressioni.

Elementi strutturali resistenti per forma: l'arco. Studio dell'arco e sua evoluzione. Aspetti tipologici dell'arco.

La trave metallica e in cementi armato. Caratteri tipologici della trave reticolare e continua.

Le volte.

Elementi Finiti (EF): energia potenziale nei sistemi ad un grado di libertà. Principio di minimo dell'energia potenziale. Metodo di Ritz–Galerkin. Equivalenza con il principio dei lavori virtuali. Condizioni al contorno di tipo cinematico, dinamica dei solidi elastici. Le funzioni di forma, elementi finiti rettangolari, triangolari, tridimensionali. Calcolo automatico dei telai e delle travi con gli elementi finiti. Elementi bidimensionali, calcolo delle lastre piane e curve con gli elementi finiti. Confronti con il metodo delle differenze finite.

Nozioni generali sull'utilizzo del calcolatore: sulla struttura di un elaboratore; sul sistema operativo MS-DOS; sulla struttura di un programma ad elementi finiti; illustrazione del funzionamento del programma COSMOS.

Rapporto struttura e progetto architettonico.

Tipologia e classificazione degli edifici in muratura. Tipologia degli elementi murari.

Metodologia di calcolo delle murature. Aspetti costruttivi e di calcolo delle murature. Aspetti di calcolo e di verifica delle murature ai sensi delle norme italiane e dell'Eurocodice 6.

Diagnosi degli edifici e delle strutture costituiti da materiali eterogenei, quali strutture

in muratura e cemento armato. Metodi sperimentali di indagine. Metodi diagnostici non distruttivi.

ESERCITAZIONI
Sono previste le seguenti esercitazioni:
Studio di una piastra con gli elementi finiti. (Data di consegna dell'allievo e vidimazione: 15-20 maggio).
Studio di una cupola o di una volta con gli elementi finiti. (Consegna: ultima settimana del corso).
Calcolo e verifica di un edificio multipiano in muratura ai sensi delle norme vigenti. (Consegna: ultima settimana del corso)
Esercitazione sperimentale in Laboratorio Prove non distruttive. (Data da concordarsi).

BIBLIOGRAFIA
Durante il corso vengono distribuite le fotocopie dei temi svolti nelle lezioni e nelle esercitazioni. Per un ulteriore approfondimento degli argomenti trattati si consigliano i seguenti testi:
A. Carpinteri, *Scienza delle costruzioni*, Pitagora, Bologna.
P. Bocca, A. Carpinteri, *Danneggiamento e diagnosi di materiali e strutture*, Pitagora, Bologna.
G. Pizzetti, A.M. Trisciuoglio, *Principi statici e forme strutturali*, UTET, Torino.
G. Croci, *Intuizione e calcolo nella progettazione delle strutture*, Hoepli, Milano.

ESAME. L'esame comprende una prova orale sugli argomenti trattati nel corso. Per poter conseguire la massima votazione occorre dimostrare di aver approfondito e svolto anche i temi contenuti nelle esercitazioni.

D5880 Teoria e tecnica della circolazione

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Mario Villa (collab.: Francesco Iannelli)

Il corso si propone di fornire le conoscenze teoriche e le tecniche applicative necessarie ad affrontare e risolvere i principali problemi relativi al traffico e alla circolazione delle persone e dei veicoli sia nella fase di formazione della domanda di spostamento che nella fase di movimento e sosta. Si affrontano altresì gli argomenti della modellizzazione dei fenomeni della mobilità urbana e delle tecniche per il loro uso nella pianificazione della circolazione, delle indagini sulla domanda di spostamenti avendo come riferimento la redazione dei Piani Urbani del Traffico previsti dal Codice della strada e dalla sua normativa, con riferimento agli obiettivi che lo stesso codice delinea (fluidità, sicurezza, qualità dell'ambiente, riduzione dell'inquinamento). Infine vengono trattate le questioni della applicazione dei piani e delle procedure di valutazione di efficacia ed efficienza delle politiche adottate.

REQUISITI. Opportuna la frequenza di *Tecnica ed economia dei trasporti*.

PROGRAMMA

[1. settimana]
1. *La pianificazione della mobilità e della circolazione*. Le relazioni fra il sistema economico e territoriale e la mobilità.
2. La generazione della domanda di mobilità espressa dal territorio. I fenomeni della

crescita urbana e le variabili fondamentali. I sistemi urbani lavoro–residenze e servizi. La mobilità urbana.

3. La sequenza delle procedure di pianificazione: la definizione degli obiettivi, dei vincoli e degli scenari. Le variabili economiche, urbanistiche, tecnologiche e comportamentali.
[2. sett.]
4. La generazione della mobilità: Le indagini O/D: a larga scala, alla scala urbana, alla scala microurbana, le indagini ISTAT.
[3. sett.]
5. La modellistica di generazione degli spostamenti.
6. I fenomeni della interattività economica e della mobilità. I fenomeni gravitazionali. I fenomeni della integrazione delle funzioni in rete e la mobilità di rete.
7. La modellistica dei fenomeni interattivi: gravitazionale, etc. I fenomeni dissuasivi.
[4. sett.]
8. La distribuzione degli spostamenti sul territorio e alla scala urbana: modelli di interazione spaziale a semplice doppio vincolo, le matrici di calibrazione, le matrici dei tempi. I modelli di Fratar. Il modello di equilibrio preferenziale.
9. Il sistema dell'offerta: l'offerta di infrastrutture e di servizi di trasporto.
10. La determinazione quantitativa e qualitativa della offerta.
[5. sett.]
11. La teoria della capacità delle strade.
Teoria del deflusso ininterrotto. Modelli deterministici, modello di Greenberg o General Motor, modelli lineari e modelli quadratici;
tecniche di stima della capacità delle sezioni stradali. Il manuale HCM;
le rilevazioni di flusso, le indagini di flusso, il trattamento dei dati e gli archivi;
le tecniche e le tecnologie del rilevamento.
[6. sett.]
12. *La regolazione delle intersezioni.* Le intersezioni e il flusso interrotto.
La geometria delle intersezioni: a raso, a più livelli, a rotatoria, le rampe, le immissioni e le diversioni. *Software* applicativo.
La regolazione delle intersezioni: la regolazione passiva e la regolazione attiva. Principi di regolazione: il *software* applicativo.
13. La teoria del flusso veicolare interrotto: gli itinerari regolati con sistemi semaforici, il *software* applicativo.
[7. sett.]
14. Il comportamento dell'utente: la scelta dei percorsi e la scelta dei modi di trasporto. La scelta economica. I modelli di costo e di costo generalizzato, i modelli di opportunità.
15. La scelta intramodale degli itinerari, e la scelta intermodale. La modellistica di assegnazione: modelli lineari, modelli deterministici, modelli probabilistici. Il modello LOGIT.
16. Le tecniche previsionali. Le stime e la valutazione delle stime. La ricerca dei dati, la stima delle matrici.
[8. sett.]
17. *La segnaletica stradale*: l'efficacia e la visibilità. Il posizionamento, il distanziamento, il dimensionamento, i caratteri, i colori.
18. *La sicurezza e l'incidentalità.* L'analisi della sicurezza, la rilevazione degli incidenti, la statistica e la casistica incidentale, il verbale di incidente stradale. L'organizzazione del rilevamento e della archiviazione.
[9. sett.]
19. *La questione ambientale.* La normativa. Le emissioni di inquinanti atmosferici e sonori. La modellistica di diffusione, la modellistica di simulazione. Le normative nazionali. La VIA per il traffico e la circolazione
[10. e 11. sett.]
20. *La valutazione delle politiche sul traffico*
L'analisi C/B. La considerazione delle variabili economiche e territoriali.

L'analisi M/C. I sistemi multipreferenziali e le tecniche di valutazione.
[12. e 13. sett.]

21. La legislazione e la normativa
Il Codice della strada e l'art. 36.
La circolare 2575/1984.
La legislazione ambientale e della fluidificazione.
La questione della sosta e la legge Tognoli per i Programmi Urbani dei Parcheggi.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono articolate in tre sezioni principali che fanno riferimento ad argomenti trattati nel corso e richiamano e sviluppano conoscenze e tecniche propedeutiche alla risoluzione dei problemi delle indagini sul traffico e della circolazione. In particolare:

[1.-4. settimana]
Elementi di statistica necessari per la ricerca, l'analisi, l'elaborazione e la validazione dei dati usualmente utilizzati nelle indagini sulla mobilità e sul traffico. Sono previste numerose applicazioni numeriche.

[4.-8. settimana]
Modellistica di pianificazione con introduzione all'uso di *software* applicativo e modellistica di valutazione delle decisioni e degli investimenti.

[9.-13. settimana]
Modellistica di regolazione delle intersezioni con sviluppo della intera sequenza operativa completa di rilevamento dati e di progettazione delle fasi di regolazione di intersezioni singole e coordinate mediante *software* applicativo.

LABORATORIO. Le esercitazioni prevedono fasi di ricerca dati sul campo e di elaborazione dei dati in laboratorio informatico.

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:
Il materiale didattico, testi in fascicoli, copie di *slides* e varie, sarà distribuito nel corso delle lezioni e delle esercitazioni. Sono inoltre disponibili, in fotocopia:
M. Villa, *Tecnica del traffico e della circolazione.*
M. Villa, *Elementi di economia urbana.*

Testo ausiliario:
M. Olivari, *Elementi di teoria e tecnica della circolazione stradale*, Angeli.

ESAME

Le esercitazioni vengono concluse con la predisposizione di un lavoro di squadra che percorre gli argomenti principali del corso con l'utilizzazione di strumenti e tecniche di rilievo ed elaborazione al calcolatore anche a casa.
La valutazione viene effettuata sulla qualità della esercitazione e del lavoro svolto e presentato e sull'esame orale.

D/G 602 1 Topografia A

Anno:periodo 5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
Docente: Sergio Dequal (collab.: Alberto Cina, Fulvio Rinaudo)

Il corso fornisce una preparazione di base, nel campo della topografia e delle sue moderne articolazioni (elementi di geodesia, trattamento delle osservazioni, misure ed operazioni topografiche, fotogrammetria), per consentire all'allievo di progettare, eseguire e controllare le attività connesse con il rilevamento di vaste aree territoriali.

REQUISITI. Nozioni fornite dai corsi di base del biennio: *Analisi matematica 1* e *2*, *Geometria*, *Fisica 1* e *2*.

PROGRAMMA

Elementi di geodesia. [10 ore]
Superficie matematica di riferimento: geoide, sferoide, ellissoide. Ellissoide internazionale ED50 e WG84. Sezioni normali, teoremi della geodesia operativa. Coordinate euleriane e formule di Puiseux–Weingarten. Campo geodetico e topografico. Sistemi di riferimento: geocentrici, geografici, locali, cartografici; formule di trasformazione.

Elementi di cartografia. [6 ore]
Il problema generale della rappresentazione dell'ellissoide. Deformazioni. Tipi di rappresentazioni. Equazioni differenziali delle carte conformi ed equivalenti. La carta di Gauss. La cartografia ufficiale italiana. Carte tecniche.

Elementi di trattamento delle osservazioni. [12 ore]
Fondamenti di statistica e calcolo delle probabilità. Parametri delle distribuzioni. Stima dei parametri, principio di massima verisimiglianza e dei minimi quadrati. Misura diretta e indiretta di una grandezza. Misure indirette simultanee di più grandezze: i quattro casi possibili.

Strumenti ed operazioni di misura. [8 ore]
Angoli azimutali e zenitali, dislivelli. Teodoliti: componenti, schema di funzionamento, condizioni di rettifica, esempi di strumentazione moderna. Livelli: schema, verifica e rettifica, esempi di strumenti attuali: inglese, automatico, elettronico. Misura diretta e indiretta delle distanze. Misura opto-elettronica. Misura di dislivelli.

Metodi di rilievo fotografico. [8 ore]
Generalità sulle reti topografiche. Progettazione, misura, calcolo, compensazione. Triangolazioni, poligonali, intersezioni. Livellazione trigonometrica, tacheometrica, distanziometrica, geometrica. Stazioni totali. Cenni sul sistema di posizionamento satellitare GPS.

Cenni di fotogrammetria. [8 ore]
Principi e fondamenti analitici. Strumenti di presa. Piano di volo. Apparati di restituzione analogici, analitici, digitali. Orientamento interno ed esterno dei fotogrammi. La restituzione. Cenni sulla triangolazione aerea.

ESERCITAZIONI
Esercizi di geodesia: sistemi di riferimento, trasformazione di coordinate. [4 ore]
Esercizi di cartografia: la cartografia ufficiale italiana (lettura, interpretazione, utilizzazione delle carte disponibili in ambito nazionale, regionale e locale). [4 ore]
Esercizi sulle misure dirette e indirette di una grandezza. [4 ore]

Esercizi minimi quadrati lineari: compensazione di una rete di livellazione geometrica. [4 ore]
Esercizi minimi quadrati non lineari: compensazione di una rete planimetrica. [4 ore]

LABORATORIO
Metodologie e strumenti per la misura di angoli. [4 ore]
Metodologie e strumenti per la misura delle distanze. [8 ore]
Metodologie e strumenti per la misura dei dislivelli. [4 ore]
Rilievo e compensazione di una rete plano-altimetrica. [8 ore]
Esercitazione sull'utilizzo del GPS. [4 ore]
Visita ai laboratori di fotogrammetria analogica ed analitica. [4 ore]

BIBLIOGRAFIA
Testi di riferimento:
G. Inghilleri, *Topografia generale*, UTET , Torino, 1970.
K. Kraus, *Fotogrammetria* (trad. S. Dequal), Levrotto & Bella, Torino, 1994.
Testi ausiliari, per approfondimenti:
G. Bezoari, C. Monti, A. Selvini, *Fondamenti di rilevamento generale*, Hoepli, 1984.
T.J. Blachut, A. Chrzanowski, J.H. Saastamoinen, *Urban surveying and mapping*, Springer, New York, 1979.

ESAME
L'esame è suddiviso in una prova pratica di laboratorio ed una prova orale.
La prova pratica consiste nell'esecuzione di una misura, con lo svolgimento dei relativi calcoli. La prova orale comprende una serie di domande riguardanti il programma svolto durante le lezioni e le esercitazioni del corso. Vi si accede solo se la prova pratica ha avuto esito positivo. Gli studenti possono scegliere di superare l'esame sostenendo con esito positivo tre colloqui:
1. colloquio: si terrà nella settimana successiva al termine delle lezioni di geodesia, di cartografia e di trattamento delle osservazioni, in orari da concordare e comunque non coincidenti con altri impegni didattici (indicativamente alla fine di aprile);
2. colloquio: si terrà nella settimana successiva al termine delle lezioni, sugli argomenti di strumenti e operazioni topografiche e di fotogrammetria (alla fine di giugno);
3. colloquio: sugli argomenti, teorici e pratici, svolti a esercitazione (a giugno).
Se tutti i colloqui vengono superati con esito positivo, il voto d'esame viene attribuito come media dei giudizi ottenuti nei tre colloqui. Un eventuale fallimento (uno solo) può essere recuperato entro fine giugno. L'utilizzazione dei colloqui è facoltativa. Gli allievi che non hanno partecipato ai colloqui, o non li hanno superati, sosterranno l'esame tradizionale. Nella sessione estiva, se hanno superato il 3. colloquio, saranno comunque esonerati dalla prova pratica. A partire dalla sessione autunnale, e negli anni successivi, dovranno far precedere l'esame dalla prova pratica.

D/G 6022 Topografia B

Anno:periodo 2,5:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 60+60 (nell'intero periodo)
Docente: Carmelo Sena (collab.: Alberto Cina, Giovanna Venuti, Giuseppe Debernardi)

Il corso, di carattere propedeutico, si propone di fornire gli elementi di base per la comprensione e l'esecuzione delle principali operazioni topografiche che possono interessare ed affiancare le attività dell'ingegnere sul territorio. Si introducono gli elementi della geodesia, della cartografia e della teoria delle misure, per giungere in fine ai vari metodi operativi moderni e strumentazioni utilizzabili, ed a cenni di fotogrammetria.

REQUISITI. Possibilmente, avere sostenuto e superato *Analisi matematica 1* e *2*, *Geometria*, *Fisica 1*.

PROGRAMMA

1. Elementi di geodesia. [10 ore]
Campo di gravità terrestre.
Definizione di superficie di riferimento: geoide, sferoide, ellissoide. Sistemi di riferimento. Sezioni normali e raggi di curvatura principali.
Teoremi della geodesia operativa. Campo geodetico e campo topografico. Calcolo coordinate di punti sull'ellissoide.

2. Elementi di cartografia. [4 ore]
Tipi di rappresentazioni. Moduli di deformazione.
Equazioni delle carte conformi e delle carte equivalenti.
Cartografia ufficiale italiana (IGMI; Catasto; ecc.).
Cartografia tecnica regionale. Cenni di cartografia numerica.

3. Elementi di teoria delle misure (topografiche). [16 ore]
Elementi di statistica e calcolo delle probabilità.
Applicazioni del principio di massima verisimiglianza.
Misure dirette. Misure indirette. Misure dirette condizionate.

4. Strumenti ed operazioni di misura. [12 ore]
Misura di angoli azimutali e zenitali. Misura diretta ed indiretta di distanze. Misura di dislivelli.
Teodoliti, tacheometri, distanziometri ad onde elettromagnetiche, stazioni totali, sistemi satellitari e GPS, livelli, giroscopi.

5. Metodi di rilievo. [10 ore]
Vari tipi di intersezione. Reti: triangolazioni, trilaterazioni, poligonazioni, livellazioni.
Compensazione delle reti.
Organizzazione del rilievo e sue fasi.

6. Elementi di fotogrammetria. [8 ore]
Principi e fondamenti analitici. Operazioni e strumenti presa fotografica. Orientamenti interno ed esterno.
Apparati di restituzione e disegno.

ESERCITAZIONI

1. Richiami di trigonometria piana; unità di misura e varie conversioni; cambiamenti di sistema di riferimento. Angoli di direzione. Esercizi. Misura di angoli: livelle;

piombini; mezzi di lettura ai cerchi; cannocchiali; costituzione di un goniometro; condizioni di rettifica. Uso pratico. [Aula e laboratorio, 8 ore]

2. Teoria delle misure: richiami sulla variabile statistica ad una dimensione, sulle variabili casuali; momenti fondamentali (media e varianza); istogrammi; distribuzione gaussiana, variabile scarto standardizzata; tipi di errori; stima della media e della varianza di osservazioni di uguale e diverso peso. Esercizi. [Aula, 8 ore]

3. Misura di angoli: errori di rettifica ed influenza sulle misure azimutali e zenitali; errori di costruzione. Cenni alle misure elettroniche (cerchi codificati, ecc.). Misura di dislivelli: quadro delle diverse livellazioni; livellazioni geometriche; verifica e rettifica di livelli. Uso pratico degli strumenti in laboratorio. [Aula, 4 ore + lab. 6 ore].

4. Misure indirette: richiami su 1., 2. e 3. caso; alcuni esempi. Compensazione di una piccola rete, ad es. di livellazione. Organizzazione per il rilievo di una rete. Sulle variabili a due dimensioni: richiami. Esecuzione di misure angolari in campagna. [Aula, 4 ore + eserc. in campagna, 4 ore].

5. Cartografia: richiami sulle generalità delle rappresentazioni; rappresentazione di Gauss; riduzione delle distanze al geoide e al piano di Gauss; sistema Gauss–Boaga ed UTM; tabelle di conversione; esercizi numerici vari. [Aula, 4 ore].

6. Misure di distanze dirette e indirette; distanziometri ad onde e.m. Esercitazione in campagna. [Aula, 4 ore + lab., 6 ore].

7. Metodi di rilievo d'appoggio: rilievo di dettaglio; generalità sui metodi di rilievo di inquadramento; livellazione trigonometrica; vari tipi di intersezione; poligonali. Esercizi. Compensazione di una rete: esempio. Cenni al posizionamento satellitare assoluto e relativo con sistema NAVSTAR GPS. Uso di strumenti elettronici. [Aula, 8 ore]

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:

Solaini, Inghilleri, *Topografia*, Levrotto & Bella, Torino.

Testi ausiliari:

Bezoari, Monti, Selvini, *Topografia e cartografia*, CLUP, Milano.
Astori, Solaini, *Fotogrammetria*, CLUP, Milano.

ESAME

Sono previsti tre colloqui intermedi: il primo, a conclusione della prima parte del corso (elementi di geodesia, di cartografia e di teoria delle misure; prima decade di maggio); il secondo, subito alla fine del corso (strumenti ed operazioni di misura, metodi di rilievo ed elementi di fotogrammetria); il terzo, concordato con il responsabile delle esercitazioni, verte sugli argomenti trattati nelle esercitazioni ed in prove di utilizzo di strumentazioni (nelle prime settimane di giugno). Il superamento dei tre colloqui comporta una valutazione finale complessiva che viene proposta, con voto, allo studente in sede di esame; è possibile il recupero di un solo colloquio negativo. L'esame consiste in una prova pratica (misura di angoli, distanze, dislivelli, con relativi s.q.m.) ed una prova orale (di solito 4 o 5 domande sui vari argomenti del corso).

Tavola alfabetica dei docenti

Docente *(dipartimento)* // codice : *corso* [anno:periodo] // modalità di contatto con gli studenti

Prof. Giuseppina **Acquarone** *(Scienza dei materiali e ing. chimica)*

p. 54 G 557 0 : *Tecnologia dei materiali e chimica applicata* [3:1]

TEL 564'4661.

Prof. Pier Giovanni **Bardelli** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*

p. 76 G 421 0 : *Progettazione integrale* [5:1]
77 G 448 0 : *Recupero e conservazione degli edifici* [5:2]

Prof. Giampiero **Barisone** *(Georisorse e territorio)*

p. 125 D/G 228 0 : *Geologia applicata* [3,5:2]

TEL 564'7638. Orario di ricevimento: giovedì 10:30-12:30.

Prof. Giovanni **Barla** *(Ing. strutturale)*

p. 150 D 334 0 : *Meccanica delle rocce* [5:1]
151 D 334 2 : *Meccanica delle rocce 2* [5:2]

Orario di ricevimento: sarà comunicato all'inizio del corso.

Prof. Nicola **Bellomo** *(Matematica)*

p. 146 D 317 0 : *Matematica applicata* [5:1]

TEL 564'7514, EM bellomo@polito.it.

Prof. Gennaro **Bianco** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*

p. 58 D/G 249 0 : *Idraulica* [3,4:1]

TEL 564'5660. Orario di ricevimento: lunedì 8:30-12:30.
(A. Pezzoli (D): TEL 564'5669. Orario di ricevimento: giovedì 9-12.
P. Cavallero (G): TEL 564'5661. Orario di ricevimento: giovedì 10:30-12).

Prof. Pietro **Bocca** *(Ing. strutturale)*

p. 180 D/G 584 0 : *Teoria delle strutture* [4,5:2]

TEL 564'4843.

Prof. Cesare **Boffa** *(Energetica)*

p. 63 D 206 0 : *Fisica tecnica* [3:2]
116 G 206 2 : *Fisica tecnica 2* [5:1]

TEL 564'4413.

Prof. Vincenzo **Borasi** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*

p. 73 D 033 0 : *Architettura tecnica* [4:2]

Docente *(dipartimento)* // codice : *corso* [anno:periodo] // modalità di contatto con gli studenti

Prof. Crescentino **Bosco** *(Ing. strutturale)*
p. 171 D5462 : *Tecnica delle costruzioni 2* [4:1]

Prof. Luigi **Butera** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*
p. 103 D1070 : *Costruzioni idrauliche* [5:1]
TEL 564'5654. Orario di ricevimento: di norma il mercoledì 11-12:30.

Prof. Carlo **Caldera** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*
p. 47 G0330 : *Architettura tecnica* [2:2]

Prof. Carlo Emanuele **Callari** *(Ing. strutturale)*
p. 162 D/G4330 : *Progetto di strutture* [5:1]
Orario di ricevimento: mercoledì 9:30-10:30, giovedì 11:30-12:30.

Prof. Gianfranco **Calorio** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*
p. 176 G5530 : *Tecniche della rappresentazione* [5:2]
TEL 564'5306. Orario di ricevimento: una volta la settimana, prima o dopo la lezione.

Prof. G. Franco **Capiluppi** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*
p. 101 D1002 : *Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti 2* [5:2]
TEL 564'5625. Orario di ricevimento: mercoledì 11-12, venerdì 11-12:30.
(A. Vivaldi: TEL 564'5624).

Prof. Guido **Caposio** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*
p. 137 D/G2680 : *Impianti e cantieri viari* [5:1]
TEL 564'5624. Orario di ricevimento: martedì 10:30-13:30.
(G. Boffa: TEL 564'5625).

Prof. Giuliano **Comoglio** *(Georisorse e territorio)*
p. 93 D/G0580 : *Cartografia numerica* [5:2]
178 D/G5740 : *Telerilevamento* [5:2]
Orario di ricevimento: giovedì 9-12.

Prof. Pier Giuseppe **Contini** *(Ing. strutturale)*
p. 175 D5520 : *Tecniche della produzione edilizia* [5:1]
TEL 564'4844.

Prof. Secondino **Coppo** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*
p. 29 G1410 : *Disegno edile* [1:1]
156 G3520 : *Metodologie di rilevamento per la conservazione del patrimonio edilizio* [5:1]

Docente *(dipartimento)* // codice : *corso* [anno:periodo] // modalità di contatto con gli studenti

Prof. Adelmo **Crotti** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*
p. 172 D 549 0 : *Tecnica ed economia dei trasporti* [4:1]
TEL 564'5602. Orario di ricevimento: mercoledì 9-12. (Collaboratori: TEL 564'5613).

Prof. Carlo **De Palma** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*
p. 74 D/G 100 0 : *Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti* [4,5:2]
TEL 564'5623,4,5. Orario di ricevimento: martedì, giovedì 10:30-12:30.

Prof. Alessandro **De Stefano** *(Ing. strutturale)*
p. 108 D/G 111 0 : *Costruzioni in zona sismica* [5:1]
TEL 564'4819, 4857, EM destefano@polito.it.

Prof. Pier Giorgio **Debernardi** *(Ing. strutturale)*
p. 105 D/G 109 0 : *Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso* [4,5:2]
TEL 564'4851. Orario di ricevimento: mercoledì 10:30-12:30.
(F. Biasioli: TEL 564'4854. Orario di ricevimento: lunedì 10:30-12:30).

Prof. Otello **Del Greco** *(Georisorse e territorio)*
p. 145 D 284 0 : *Indagini e controlli geotecnici* [5:2]
TEL 564'7609. (C. Oggeri: TEL 564'7609).

Prof. Sergio **Dequal** *(Georisorse e territorio)*
p. 119 D/G 219 0 : *Fotogrammetria* [5:1]
184 D/G 602 1 : *Topografia A* [5:2]
TEL 564'7663. Orario di ricevimento: martedì 10:30-12:30.

Prof. Enrico **Desideri** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*
p. 173 D 551 0 : *Tecnica urbanistica* [5:2]

Prof. Michele **Di Natale** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*
p. 110 D 112 0 : *Costruzioni marittime* [5:2]
135 D 255 0 : *Idrologia tecnica* [4:1]
TEL 564'5670. Orario di ricevimento: martedì, mercoledì mattina.

Prof. Domenico **Di Noto** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*
p. 115 D 187 0 : *Esercizio dei sistemi di trasporto* [5:1]

Prof. Mario **Fiameni** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*
p. 81 G 031 2 : *Architettura e composizione architettonica 2* [5:2]
TEL 564'5313. Orario di ricevimento: mercoledì 11-12:30.
(W. Marsero: TEL 564'5314).

Docente *(dipartimento)* // codice : *corso* [anno:periodo] // modalità di contatto con gli studenti

Prof. Angelica **Frisa Morandini** *(Georisorse e territorio)*

p. 91 G0560 : *Caratterizzazione tecnologica delle materie prime* [5:2]

TEL 564'7614. Orario di ricevimento: martedì 8:30-10:30.

Prof. Luigi **Goffi** *(Ing. strutturale)*

p. 61 D5460 : *Tecnica delle costruzioni* [3:2]

TEL 564'4825. Orario di ricevimento: martedì 10:30-12:30, con disponibilità del docente anche in altre ore della settimana.
(F. Bellino: TEL 564'4822, G. Manzone: TEL 564'4854).

Prof. Francesco **Iannelli** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*

p. 159 D/G3910 : *Pianificazione dei trasporti* [5:2]

TEL 564'5613. Orario di ricevimento: mercoledì 10-12 o su appuntamento telefonico.

Prof. Ennio **Innaurato** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*

p. 84 G0313 : *Architettura e composizione architettonica 3* [5:1]
98 D0930 : *Costruzione di gallerie* [5:2]

TEL 564'7670. Orario di ricevimento: martedì, giovedì 10:30-12:30.
(D. Peila: TEL 564'7607).

Prof. Michele **Jamiolkowski** *(Ing. strutturale)*

p. 127 D2340 : *Geotecnica* [4:2]

TEL 564'4840.

Prof. Renato **Lancellotta** *(Ing. strutturale)*

p. 118 D2180 : *Fondazioni* [5:1]

TEL 564'4841. Orario di ricevimento: venerdì 11-13.

Prof. Maria **Lucco Borlera** *(Scienza dei materiali e ing. chimica)*

p. 52 D5570 : *Tecnologia dei materiali e chimica applicata* [3:1]

Prof. Giuseppe **Mancini** *(Ing. strutturale)*

p. 100 D/G0990 : *Costruzione di ponti* [5:1]

Prof. Dante **Marocchi** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*

p. 161 D4180 : *Progettazione di sistemi di trasporto* [5:1]

TEL 564'5609. Orario di ricevimento: lunedì 9:30-11:30, al pomeriggio dopo le esercitazioni in programma. (Collaboratori: TEL 564'5613).

Prof. Piero **Marro** *(Ing. strutturale)*

p. 51 D/G4600 : *Scienza delle costruzioni* [3:1]

TEL 564'4845. Orario di ricevimento: quattro ore alla settimana, in ore libere dall'insegnamento. (F. Biasioli: TEL 564'4854).

Docente *(dipartimento)* // codice : *corso* [anno:periodo] // modalità di contatto con gli studenti

Prof. William **Marsero** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*
p. 64 G 152 0 : *Economia ed estimo civile* [3:2]
Orario di ricevimento: lunedì 14:30-16:30.

Prof. Augusto **Mazza** *(Energetica)*
p. 46 G 206 0 : *Fisica tecnica* [2:2]
136 G 256 0 : *Illuminotecnica* [5:2]

Prof. Franco **Mellano** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*
p. 70 G 609 0 : *Urbanistica* [4:2]

Prof. Marco **Mezzalama** *(Ing. automatica e informatica)*
p. 41 D/G 217 0 : *Fondamenti di informatica* [2:1]
TEL 564'6624, 7006, EM marco@polito.it.

Prof. Giovanni **Monegato** *(Matematica)*
p. 88 D 051 0 : *Calcolo numerico* [5:1]
TEL 564'7517. Orario di ricevimento: mercoledì, venerdì 10:30-12.

Prof. Paola **Moroni** *(Matematica)*
p. 89 R 051 0 : *Calcolo numerico* [4:2]
TEL 564'7503. Orario di ricevimento: martedì 14:30-16:30.

Prof. Vittorio **Mussino** *(Fisica)*
p. 34 D/G 190 1 : *Fisica 1* [1:2]
TEL 564'7312.

Prof. Paolo **Napoli** *(Ing. strutturale)*
p. 97 G 083 0 : *Consolidamento delle costruzioni* [5:1]

Prof. Luciano **Orusa** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*
p. 112 D/G 136 0 : *Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche* [5:1]

Prof. Francesco **Ossola** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*
p. 114 G 186 0 : *Ergotecnica edile* [4:2]
128 G 240 0 : *Gestione del processo edilizio* [5:1]
TEL 564'5305.

Prof. Piero **Palumbo** *(Ing. strutturale)*
p. 167 D/G 536 0 : *Strutture prefabbricate* [5:1]

Prof. Luciano **Pandolfi** *(Matematica)*
p. 23 D/G 023 1 : *Analisi matematica 1* [1:1]

Docente *(dipartimento)* // codice : *corso* [anno:periodo] // modalità di contatto con gli studenti

Prof. Nerino **Penazzi** *(Scienza dei materiali e ing. chimica)*
p. 24 D/G 0620 : *Chimica* [1:1]
Orario di ricevimento: lunedì 11-13 oppure in alternativa venerdì 11-13.

Prof. Giannantonio **Pezzoli** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*
p. 129 D 2492 : *Idraulica 2* [5:1]
TEL 564'5653. Orario di ricevimento: martedì 12-13; 14:30-16:30.
(A. Pezzoli: TEL 564'5669. Orario di ricevimento: giovedì 9-12).

Prof. Norberto **Piccinini** *(Scienza dei materiali e ing. chimica)*
p. 170 G 5440 : *Tecnica della sicurezza ambientale* [5:2]
TEL 564'4645. Orario di ricevimento: martedì 16:30-18:30.
(I. Mazzarino: TEL 564'4555. Orario di ricevimento: giovedì 16:30-18:30,
G. Sassi: TEL 564'4625. Orario di ricevimento: martedì 15:30-17:30).

Prof. Giovanni **Picco** *(Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)*
p. 94 G 0790 : *Composizione urbanistica* [5:2]

Prof. Luigi **Preziosi** *(Matematica)*
p. 146 D 3170 : *Matematica applicata* [5:1]
TEL 564'7531, EM preziosi@polito.it.

Prof. Mario **Quaglia** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*
p. 79 D/G 0020 : *Acquedotti e fognature* [4,5:2]

Prof. Alberto **Quaglino** *(Georisorse e territorio)*
p. 113 D 1640 : *Elementi di ecologia* [5:1]

Prof. Giuseppe **Ricci** *(Ing. meccanica)*
p. 148 D/G 3215 : *Meccanica applicata alle macchine + Macchine* [4,5:1]
TEL 564'6942. Orario di ricevimento: giovedì 8:30-10:30.

Prof. Magda **Rolando** *(Matematica)*
p. 37 D/G 0232 : *Analisi matematica 2* [2:1]
Orario di ricevimento: affisso presso la Segreteria didattica del Dipartimento.

Prof. Roberto **Rossetti** *(Ing. strutturale)*
p. 104 D/G 1080 : *Costruzioni in acciaio* [5:1]
TEL 564'4853.

Prof. Giuseppe **Ruscica** *(Energetica)*
p. 142 G 2810 : *Impianti tecnici* [5:2]
TEL 564'4434. Orario di ricevimento: verrà esposto nella bacheca del Dipartimento.

Docente *(dipartimento)* // codice *: corso* [anno:periodo] // modalità di contatto con gli studenti

Prof. Alfredo **Sacchi** *(Energetica)*

p. 80 G 003 0 : *Acustica applicata* [5:2]

Prof. Luigi **Sambuelli** *(Georisorse e territorio)*

p. 124 D 224 0 : *Geofisica applicata* [5:2]

Prof. Aristide **Sanini** *(Matematica)*

p. 32 D/G 230 0 : *Geometria* [1:2]

TEL 564'7518. Orario di ricevimento: un'ora la settimana, ampliabile a seconda della richiesta. L'orario può variare a seconda del periodo didattico: per questo e per altre informazioni consultare la bacheca del Dipartimento.

Prof. Claudio **Scavia** *(Ing. strutturale)*

p. 71 G 234 0 : *Geotecnica* [4:2]

TEL 564'4823. (A.M. Ferrero: TEL 564'7678).

Prof. Marcello **Schiara** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*

p. 133 D 251 0 : *Idraulica fluviale* [5:2]
141 D 280 0 : *Impianti speciali idraulici* [5:1]

TEL 564'5659. Orario di ricevimento: giovedì 14-17.

Prof. Carmelo **Sena** *(Georisorse e territorio)*

p. 121 D 220 0 : *Fotogrammetria applicata* [5:2]
186 D/G 602 2 : *Topografia B* [2,5:2]

TEL 564'7662. Orario di ricevimento: martedì 9-12.

Prof. Sebastiano **Sordo** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*

p. 132 D 250 0 : *Idraulica ambientale* [5:2]

TEL 564'5655. Orario di ricevimento: lunedì 10:30-12:30.

Prof. Michele **Tartaglia** *(Ing. elettrica industriale)*

p. 67 D 179 0 : *Elettrotecnica* [4:1]

Prof. Piera **Taverna Valabrega** *(Fisica)*

p. 39 D/G 190 2 : *Fisica 2* [2:1]

TEL 564'7325. Orario di ricevimento: da concordare con gli studenti all'inizio del periodo didattico. (G. Castagno: TEL 564'7346).

Prof. Maria Teresa **Vacca** *(Matematica)*

p. 43 D/G 337 0 : *Meccanica razionale* [2:2]

TEL 564'7530.

Docente *(dipartimento)* // codice : *corso* [anno:periodo] // modalità di contatto con gli studenti

Prof. Paolo **Vallini** *(Ing. strutturale)*

p. 164 D/G 4602 : *Scienza delle costruzioni 2* [4,5:2]

TEL 564'4849. (G.F. Del Col: TEL 564'4846).

Prof. Grazia **Vicario** *(Matematica)*

p. 154 D 3500 : *Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici* [5:1]

Orario di ricevimento: come risulta dalla bacheca del Dipartimento.

Prof. Micaela **Viglino Davico** *(Casa – città)*

p. 67 G 5200 : *Storia dell'architettura* [4:1]

TEL 564'6402. Orario di ricevimento: al termine delle lezioni o previo appuntamento telefonico. (G. Montanari: TEL 564'6424).

Prof. Mario **Villa** *(Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)*

p. 181 D 5880 : *Teoria e tecnica della circolazione* [5:2]

TEL 564'5603. Orario di ricevimento: lunedì 10:30-12:30, giovedì 8:30-10:30, oppure con preventiva telefonata.

Tavola alfabetica degli insegnamenti

p.	codice	corso [anno:periodo] // docenti
79	D/G 002 0	Acquedotti e fognature [4,5:2] Prof. Mario Quaglia
80	G 003 0	Acustica applicata [5:2] Prof. Alfredo Sacchi
(81)	D 019 0	Analisi dei sistemi [4:2]
23	D/G 023 1	Analisi matematica 1 [1:1] Prof. Luciano Pandolfi
37	D/G 023 2	Analisi matematica 2 [2:1] Prof. Magda Rolando
66	G 031 1	Architettura e composizione architettonica 1 [3:2]
81	G 031 2	Architettura e composizione architettonica 2 [5:2] Prof. Mario Fiameni
84	G 031 3	Architettura e composizione architettonica 3 [5:1] Prof. Ennio Innaurato
87	D 032 0	Architettura e urbanistica tecniche [5:2]
73	D 033 0	Architettura tecnica [4:2] Prof. Vincenzo Borasi
47	G 033 0	Architettura tecnica [2:2] Prof. Carlo Caldera
88	D 051 0	Calcolo numerico [5:1] Prof. Giovanni Monegato
89	R 051 0	Calcolo numerico [4:2] Prof. Paola Moroni
91	G 056 0	Caratterizzazione tecnologica delle materie prime [5:2] Prof. Angelica Frisa Morandini
93	D/G 058 0	Cartografia numerica [5:2] Prof. Giuliano Comoglio
24	D/G 062 0	Chimica [1:1] Prof. Nerino Penazzi
94	G 079 0	Composizione urbanistica [5:2] Prof. Giovanni Picco
95	D 082 0	Consolidamento dei terreni [5:1]
97	G 083 0	Consolidamento delle costruzioni [5:1] Prof. Paolo Napoli
98	D 093 0	Costruzione di gallerie [5:2] Prof. Nicola Innaurato

p.	*codice*	*corso [anno:periodo] // docenti*
100	D/G 099 0	Costruzione di ponti [5:1] Prof. Giuseppe Mancini
74	D/G 100 0	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti [4,5:2] Prof. Carlo De Palma
101	D 100 2	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti 2 [5:2] Prof. G. Franco Capiluppi
103	D 107 0	Costruzioni idrauliche [5:1] Prof. Luigi Butera
104	D/G 108 0	Costruzioni in acciaio [5:1] Prof. Roberto Rossetti
105	D/G 109 0	Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso [4,5:2] Prof. Pier Giorgio Debernardi
108	D/G 111 0	Costruzioni in zona sismica [5:1] Prof. Alessandro De Stefano
110	D 112 0	Costruzioni marittime [5:2] Prof. Michele Di Natale
112	D/G 136 0	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche [5:1] Prof. Luciano Orusa
26	D 137 0	Disegno (annuale) [1:1]
29	G 141 0	Disegno edile (annuale) [1:1] Prof. Secondino Coppo
64	G 152 0	Economia ed estimo civile [3:2] Prof. William Marsero
113	D 164 0	Elementi di ecologia [5:1] Prof. Alberto Quaglino
67	D 179 0	Elettrotecnica [4:1] Prof. Michele Tartaglia
114	G 186 0	Ergotecnica edile [4:2] Prof. Francesco Ossola
115	D 187 0	Esercizio dei sistemi di trasporto [5:1] Prof. Domenico Di Noto
34	D/G 190 1	Fisica 1 [1:2] Prof. Vittorio Mussino
39	D/G 190 2	Fisica 2 [2:1] Prof. Piera Taverna Valabrega
63	D 206 0	Fisica tecnica [3:2] Prof. Cesare Boffa
46	G 206 0	Fisica tecnica [2:2] Prof. Augusto Mazza
116	G 206 2	Fisica tecnica 2 [5:1] Prof. Cesare Boffa
41	D/G 217 0	Fondamenti di informatica [2:1] Prof. Marco Mezzalama

p.	*codice*	*corso [anno:periodo] // docenti*
118	D 218 0	Fondazioni [5:1] Prof. Renato Lancellotta
119	D/G 219 0	Fotogrammetria [5:1] Prof. Sergio Dequal
121	D 220 0	Fotogrammetria applicata [5:2] Prof. Carmelo Sena
123	G 220 1	Fotogrammetria applicata (architettonica) [5:2]
124	D 224 0	Geofisica applicata [5:2] Prof. Luigi Sambuelli
125	D/G 228 0	Geologia applicata [3,5:2] Prof. Giampiero Barisone
32	D/G 230 0	Geometria [1:2] Prof. Aristide Sanini
127	D 234 0	Geotecnica [4:2] Prof. Michele Jamiolkowski
71	G 234 0	Geotecnica [4:2] Prof. Claudio Scavia
128	G 240 0	Gestione del processo edilizio [5:1] Prof. Francesco Ossola
58	D/G 249 0	Idraulica [3,4:1] Prof. Gennaro Bianco
129	D 249 2	Idraulica 2 [5:1] Prof. Giannantonio Pezzoli
132	D 250 0	Idraulica ambientale [5:2] Prof. Sebastiano Sordo
133	D 251 0	Idraulica fluviale [5:2] Prof. Marcello Schiara
135	D 255 0	Idrologia tecnica [4:1] Prof. Michele Di Natale
136	G 256 0	Illuminotecnica [5:2] Prof. Augusto Mazza
137	D/G 268 0	Impianti e cantieri viari [5:1] Prof. Guido Caposio
141	D 280 0	Impianti speciali idraulici [5:1] Prof. Marcello Schiara
142	G 281 0	Impianti tecnici [5:2] Prof. Giuseppe Ruscica
145	D 284 0	Indagini e controlli geotecnici [5:2] Prof. Otello Del Greco
45	D 304 0	Istituzioni di economia [2:2]
146	D 317 0	Matematica applicata [5:1] Prof. Nicola Bellomo, Luigi Preziosi

p.	codice	corso [anno:periodo] // docenti
148	D/G 321 5	Meccanica applicata alle macchine + Macchine (integrato) [4,5:1] Prof. Giuseppe Ricci
150	D 334 0	Meccanica delle rocce [5:1] Prof. Giovanni Barla
151	D 334 2	Meccanica delle rocce 2 [5:2] Prof. Giovanni Barla
43	D/G 337 0	Meccanica razionale [2:2] Prof. Maria Teresa Vacca
154	D 350 0	Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici [5:1] Prof. Grazia Vicario
156	G 352 0	Metodologie di rilevamento per la conservazione del patrimonio edilizio [5:1] Prof. Secondino Coppo
159	D/G 391 0	Pianificazione dei trasporti [5:2] Prof. Francesco Iannelli
161	D 418 0	Progettazione di sistemi di trasporto [5:1] Prof. Dante Marocchi
76	G 421 0	Progettazione integrale [5:1] Prof. Pier Giovanni Bardelli
162	D/G 433 0	Progetto di strutture [5:1] Prof. Carlo Emanuele Callari
77	G 448 0	Recupero e conservazione degli edifici [5:2] Prof. Pier Giovanni Bardelli
51	D/G 460 0	Scienza delle costruzioni [3:1] Prof. Piero Marro
164	D/G 460 2	Scienza delle costruzioni 2 [4,5:2] Prof. Paolo Vallini
165	D 515 0	Stabilità dei pendii [5:2]
67	G 520 0	Storia dell'architettura [4:1] Prof. Micaela Viglino Davico
57	G 521 0	Storia dell'architettura e dell'urbanistica [3:1]
167	D/G 536 0	Strutture prefabbricate [5:1] Prof. Piero Palumbo
170	G 544 0	Tecnica della sicurezza ambientale [5:2] Prof. Norberto Piccinini
61	D 546 0	Tecnica delle costruzioni [3:2] Prof. Luigi Goffi
62	G 546 0	Tecnica delle costruzioni [3:2]
171	D 546 2	Tecnica delle costruzioni 2 [4:1] Prof. Crescentino Bosco
172	D 549 0	Tecnica ed economia dei trasporti [4:1] Prof. Adelmo Crotti

p.	*codice*	*corso [anno:periodo] // docenti*
173	D 551 0	Tecnica urbanistica [5:2] Prof. Enrico Desideri
175	D 552 0	Tecniche della produzione edilizia [5:1] Prof. Pier Giuseppe Contini
176	G 553 0	Tecniche della rappresentazione [5:2] Prof. Gianfranco Calorio
52	D 557 0	Tecnologia dei materiali e chimica applicata [3:1] Prof. Maria Lucco Borlera
54	G 557 0	Tecnologia dei materiali e chimica applicata [3:1] Prof. Giuseppina Acquarone
178	D/G 574 0	Telerilevamento [5:2] Prof. Giuliano Comoglio
180	D/G 584 0	Teoria delle strutture [4,5:2] Prof. Pietro Bocca
181	D 588 0	Teoria e tecnica della circolazione [5:2] Prof. Mario Villa
184	D/G 602 1	Topografia A [5:2] Prof. Sergio Dequal
186	D/G 602 2	Topografia B [2,5:2] Prof. Carmelo Sena
70	G 609 0	Urbanistica [4:2] Prof. Franco Mellano