

**Guide ai programmi dei corsi
1994/95**



Politecnico di Torino

**Ingegneria per
l'ambiente e il territorio**

Indice

- 5 Presentazione
- 21 Programmi degli insegnamenti
- 113 Indice alfabetico degli insegnamenti
- 117 Indice alfabetico dei docenti

Le Guide ai 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 1994/95 sono attivati a Torino tredici *corsi di laurea*, in ingegneria

civile (D)	edile (G)	
chimica (C)	dei materiali (E)	nucleare (Q)
aeronautica (B)	meccanica (P)	elettrica (H)
elettronica (L)	informatica (N)	delle telecomunicazioni (F)
gestionale (M)	per l'ambiente e il territorio (R)	

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 didattico¹ 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 40-50 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.

¹ Decreto rettorale 1096 del 1989-10-31, pubblicato sulla *Gazzetta ufficiale* n. 45 del 1990-02-23.

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 1989² 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 consistenti 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 della Segreteria 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 che 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").

² Pubblicato sulla *Gazzetta ufficiale* n. 186 del 1989-08-10.

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

Corso di laurea in

Ingegneria per l'ambiente e il territorio

Premessa

Il corso di laurea in *Ingegneria per l'ambiente e il territorio*, pur traendo origine dal soppresso corso di laurea in *Ingegneria mineraria*, di cui utilizza le basi culturali e professionali, ne amplia gli orizzonti e le finalità, ispirandosi anche alle problematiche della gestione del territorio e della tutela e conservazione dell'ambiente, così da presentarsi oggi come un *iter* universitario intersettoriale e differenziato in un ampio spettro, rivolto a formare professionalità che trovano fondamento in discipline tipiche dell'ingegneria civile, di quella industriale, nonché delle scienze della Terra.

Dal punto di vista didattico e professionale il Corso di laurea è articolato in cinque indirizzi notevolmente differenziati:

1. Ambiente
2. Difesa del suolo
3. Georisorse
4. Geotecnologie.
5. Pianificazione e gestione territoriale.

Sulla base di un complesso di discipline propedeutiche e metodologiche comuni a tutti i corsi di laurea in ingegneria, s'innesta la formazione tecnica che porta all'ingegnere

- dell'*Ambiente*, nei suoi tre orientamenti (*Monitoraggio e modellistica ambientale, Processi e impianti, Analisi dei sistemi e dei processi ambientali*),
- della *Difesa del suolo*, con due orientamenti (*Regimentazione delle acque, Stabilità del suolo*),
- delle *Georisorse*, con due orientamenti (*Risorse solide, Risorse fluide*),
- delle *Geotecnologie*, per ora senza orientamenti attivati
- della *Pianificazione e gestione territoriale*, con tre orientamenti (*Urbanistica, Infrastrutture, Uso delle risorse*).

1 Professionalità connesse al Corso di laurea

1.1 Ambiente

Caratteristica peculiare dell'indirizzo *Ambiente* è una formazione a carattere ampiamente multidisciplinare, finalizzata a fornire gli strumenti culturali e progettuali, ad ampio spettro, necessari per affrontare in modo sistemico le problematiche ambientali. La figura professionale connessa a questo indirizzo è caratterizzata dalla conoscenza approfondita dei fenomeni che hanno luogo a seguito dell'immissione nell'atmosfera, nei corpi idrici e sul suolodi effluenti di varia natura, originati dalle diverse attività umane.

La formazione di base consente di valutare le interazioni con l'ambiente di un dato sistema o di un dato impianto e fornisce inoltre gli strumenti metodologici e le conoscenze tecniche per gli interventi di salvaguardia.

Sulla base formativa comune si sviluppano diverse possibilità di approfondimento professionale, che corrispondono agli orientamenti sopra menzionati:

1. Monitoraggio e modellistica ambientale,
2. Processi ed impianti,
3. Analisi dei sistemi e dei processi ambientali.

Il primo (*Monitoraggio e modellistica ambientale*) è preferenzialmente orientato alla analisi dello stato dell'ambiente e degli effetti antropici su di esso, al monitoraggio ed al controllo ambientale, alla valutazione di impatto ambientale e conseguente progettazione di interventi di bonifica e ripristino.

Il secondo orientamento (*Processi ed impianti*) è mirato alla tecnologia per la salvaguardia ambientale e pertanto sviluppa l'analisi di processi, le tecniche di trattamento degli effluenti e di smaltimento dei rifiuti tossici e non, le analisi di sicurezza e le valutazioni del rischio ambientale con le relative tecniche di prevenzione, le analisi tecnico-economiche comparate delle diverse opzioni.

Il terzo orientamento (*Analisi dei sistemi e dei processi ambientali*) è invece più rivolto alla analisi dei sistemi e dei processi ambientali e delle tecniche di studio idonee sia alla valutazione preventiva del rischio, sia alla pianificazione delle misure di mitigazione degli effetti indotti dalla degradazione dell'ambiente.

1.2 Difesa del suolo

La figura professionale dell'ingegnere dell'indirizzo *Difesa del suolo* è quella di un esperto nella progettazione e gestione dei sistemi di controllo dei suoli e delle strutture soggette a degrado per fenomeni naturali e per interventi antropici, così come nell'interazione fra acque superficiali e sotterranee, le strutture ed i suoli stessi.

Gli approfondimenti professionali corrispondono agli orientamenti:

1. Regimentazione delle acque,
2. Stabilità del suolo.

Il primo (*Regimentazione delle acque*) si riferisce soprattutto alla progettazione di opere di difesa fluviale e marittima, per la regolazione del deflusso delle acque interne e la conservazione dei litorali, all'organizzazione e conduzione tecnica delle operazioni connesse a tali opere, anche in rapporto alla sicurezza del lavoro ed all'interferenza con l'assetto del territorio.

Il secondo (*Stabilità del suolo*) concerne la stabilità delle formazioni rocciose in funzione della loro costituzione e morfologia, nonché il rilievo e monitoraggio delle deformazioni dei suoli, al fine di progettare sistemi di sostegno e consolidamento di versanti naturali ed opere di sbancamento legate all'idrologia superficiale ed all'idrogeologia. Anche in questo caso l'organizzazione delle operazioni connesse con il ripristino e la bonifica dei terreni – talora a seguito di eventi geologici parossistici – prevede una buona conoscenza delle condizioni operative dei cantieri, nel quadro della sicurezza del lavoro.

1.3 Georisorse

L'indirizzo è specificamente rivolto alla preparazione di un ingegnere competente nella ricerca, produzione e valorizzazione delle risorse minerarie non energetiche (minerali metalliferi ed "industriali", materiali litoidi), delle risorse minerarie energetiche (solide, liquide e gassose) e delle risorse idriche sotterranee. Le discipline ad esso afferenti debbono fornire conoscenze tecniche atte a formare un ingegnere di progetto, di campo e di controllo tecnico-gestionale per i seguenti fini:

- prospezione e orientamento geognostico;
- lavori di cava e di miniera (macchine, esplosivi, armature, impianti di trasporto, di servizio e di trattamento);
- progettazione strutturale e tecnico-impiantistica, organizzazione e conduzione tecnico-economica dei lavori;
- sicurezza, ergonomia ed igiene del lavoro, provvedimenti anti-inquinamento e difesa ambientale.

Sono previsti due orientamenti, assai differenziati fra di loro:

1. Risorse solide,
2. Risorse fluide.

In particolare, il primo (*Risorse solide*) prepara la figura dell'ingegnere "minerario" classico, indirizzato verso la progettazione e l'esercizio dell'industria estrattiva, per la coltivazione la valorizzazione dei minerali solidi (metalliferi, energetici ed "industriali") e di rocce per vari usi (pietre da costruzione e decorazione, rocce per aggregati ed inerti).

Il secondo (*Risorse fluide*) intende formare tecnici specialisti nell'ambito della ricerca, coltivazione, produzione e prima elaborazione degli idrocarburi liquidi e gassosi, nonché degli altri fluidi del sottosuolo (acque, vapori endogeni), con particolare riferimento alle risorse energetiche e non.

1.4 Geotecnologie

L'indirizzo è specificamente rivolto alla preparazione di un ingegnere professionalmente competente nell'insediamento sul territorio di strutture comportanti scavi a cielo aperto ed in sotterraneo, atte ad ospitare funzioni della vita associata (infrastrutture civili viarie e di servizio, sbarramenti, cave di inerti, gallerie e caverne artificiali). Le discipline ad esso afferenti debbono quindi fornire conoscenze tecniche su quattro argomenti, atti a formare un ingegnere di progetto, di direzione lavori, di cantiere e di controllo tecnico-gestionale.

Anche se sinora non sono stati previsti orientamenti differenziati, l'indirizzo può assumere caratteristiche più progettistiche ovvero di esercizio dei cantieri, per mezzo dell'opportuna scelta delle discipline opzionali. In relazione alla mancanza di orientamenti attivati, in questo indirizzo sono previsti 26 insegnamenti obbligatori e, di conseguenza, tre discipline a scelta.

1.5 Pianificazione e gestione territoriale

L'indirizzo specifico per la *Pianificazione e gestione territoriale* corrisponde ad una figura professionale di formazione multidisciplinare, atta a mettere in evidenza ed a proporre soluzioni alle problematiche della difesa e dell'uso del territorio, con attenzione non solo all'ambiente fisico, ma anche a quello antropizzato, tenendo quindi conto delle utenze reali della nostra società.

In particolare, il citato indirizzo si articola in tre orientamenti, distinti e finalizzati a settori di maggiore specializzazione, in:

1. Urbanistica,
2. Infrastrutture,
3. Uso delle risorse.

L'orientamento *Urbanistica* è suggerito per chi intende interessarsi ai problemi specificamente connessi con la pianificazione urbanistica, dagli strumenti generali (piani regolatori generali comunali e intercomunali) agli strumenti esecutivi (piani di lottizzazione, per la programmazione urbanistica regionale e comprensoriale).

L'orientamento *Infrastrutture* è suggerito per chi intende dedicarsi allo studio od alla realizzazione delle grosse infrastrutture urbanistiche del territorio (strade, idrovie, aeroporti, ferrovie, fognature, distribuzioni di energie, ecc.) ovvero alla valutazione del loro impatto sull'ambiente (conosciuto e non), ed ancora alla difesa del territorio inteso come bene irripetibile.

Infine, l'orientamento *Uso delle risorse* è rivolto a coloro i quali intendono dedicarsi, più in dettaglio, alle problematiche connesse con l'uso del territorio, inteso come risorsa da tutelare e difendere, ad esempio: l'utilizzazione delle cave di prestito e la loro riqualificazione ambientale, con usi congruenti con il territorio circostante.

2 Articolazione del *curriculum* accademico

Le possibili differenziazioni professionali dei laureati in *Ingegneria per l'ambiente e il territorio* richiedono d'impostare sequenze didattiche assai varie. Di conseguenza, il substrato culturale comune al Corso di laurea è basato su discipline metodologiche e propedeutiche, presenti in tutti i corsi di laurea in ingegneria, nonché su alcune materie applicativo-tecniche, da ritenersi facenti parte del bagaglio culturale di ogni laureato ingegnere.

Pertanto il piano di studi dei singoli indirizzi comprende 25 discipline (annualità) obbligatorie, già fortemente caratterizzanti nei rispettivi indirizzi, come è rilevabile nelle tabelle di seguito riportate; ulteriori due annualità sono vivamente raccomandate per ogni orientamento ai fini di una coerente finalizzazione professionale; infine le residue due annualità costituiscono materie a scelta, in una rosa separatamente indicata.

Per tutti gli studenti del Corso di laurea per l'ambiente e il territorio è prevista la possibilità di svolgere un periodo di tirocinio della durata non superiore a tre settimane alla fine del 4. e 5. anno presso una struttura pubblica o privata.

Il tirocinio deve essere esplicitamente aggregato ad un insegnamento o all'elaborato di laurea; nel primo caso va richiesto ed effettuato prima di sostenere l'esame, nel secondo va richiesto e definito prima della presentazione della domanda dell'elaborato di laurea. Il tirocinio è facoltativo, ma vivamente raccomandato agli allievi.

Per la costituzione di piani individuali automaticamente approvabili, è concessa libertà di sostituzione di *due* discipline d'orientamento, anche caratterizzanti. Tuttavia l'ampio spettro di possibili scelte già fornito dai piani ufficiali sconsiglia di usufruire indiscriminatamente di tale libertà, soprattutto ai fini delle possibilità di frequenza ai corsi singoli e della coerente sequenza del corso di studi, con le relative propedeuticità fra le materie.

3.1 Indirizzo Ambiente

Insegnamenti obbligatori

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)

R0231 : Analisi matematica 1

R0620 : Chimica

1:2 R2300 : Geometria

R1901 : Fisica 1

R2170 : Fondamenti di informatica

2:1 R0232 : Analisi matematica 2

R1902 : Fisica 2

R1390 : Disegno di impianti e di sistemi industriali

2:2 R0510 : Calcolo numerico

R6021 : Topografia A

R2160 : Fondamenti di chimica industriale

3:1 R2490 : Idraulica

R4600 : Scienza delle costruzioni

R2060 : Fisica tecnica

3:2 R2281 : Geologia applicata (ambientale)

R3114 : Macchine (ridotto)

R1794 : Elettrotecnica (ridotto)

R2010 : Fisica dell'atmosfera

4:1 R2550 : Idrologia tecnica

R0660 : Chimica industriale

R1640 : Elementi di ecologia

Y₁

4:2 R2090 : Fluidodinamica ambientale

R2625 : Impianti dell'industria di processo + Tecnica della sicurezza ambientale (integrato)

5:1 R1460 : Economia applicata all'ingegneria

R3790 : Modellistica e controllo dei sistemi ambientali

Y₂Y₃

5:2 R0020 : Acquedotti e fognature

Y₂Y₃Y₄Y₁, Y₂, Y₃, Y₄: insegnamenti di orientamento.

Orientamenti attivati per l'*Indirizzo Ambiente*.Orientamento *Monitoraggio e modellistica ambientale*

- Y₁ R2500 : Idraulica ambientale
- Y₂ R5740 : Telerilevamento
- Y₃ Insegnamento a scelta su Tabella A
- Y₄ Insegnamento a scelta su Tabella A

Orientamento *Processi e impianti*

- Y₁ R3099 : Localizzazione dei sistemi energetici
- Y₂ R2660 : Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti (*)
- Y₃ Insegnamento a scelta su Tabella A
- Y₄ Insegnamento a scelta su Tabella A

Orientamento *Analisi dei sistemi e dei processi ambientali*

- Y₁ R1220 : Dinamica degli inquinanti
- Y₂ R3240 : Meccanica dei fluidi nel sottosuolo
- Y₃ Insegnamento a scelta su Tabella A
- Y₄ Insegnamento a scelta su Tabella A

Tabella A: insegnamenti a scelta

- 2 R0580 : Cartografia numerica
- 2 R0600 : Cave e recupero ambientale
- 2 R1220 : Dinamica degli inquinanti
- 2 R2240 : Geofisica applicata
- 2 R2500 : Idraulica ambientale
- 1 R2530 : Idrogeologia applicata
- 2 R2660 : Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti
- 2 R2840 : Indagini e controlli geotecnici
- 1 R2900 : Ingegneria degli acquiferi
- 1 R3099 : Localizzazione dei sistemi energetici
- 2 R3240 : Meccanica dei fluidi nel sottosuolo
- 1 R4000 : Principi di ingegneria chimica ambientale
- 1 R4060 : Processi di trattamento degli effluenti inquinanti (**)
- 1 R4470 : Recupero delle materie prime secondarie
- 1 R4550 : Ricerca operativa
- 2 R4740 : Sicurezza e analisi di rischio
- 1 R4750 : Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva
- 2 R5740 : Telerilevamento
- 1 R5750 : Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica

(*) Per l'a.a. 94/95, mutuato da C2662 Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti II.

(**) Per l'a.a. 94/95, mutuato da C2661 Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti I.

3.2 Indirizzo Difesa del suolo

Insegnamenti obbligatori.

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)

R0231 : Analisi matematica 1

R0620 : Chimica

1:2 R2300 : Geometria

R1901 : Fisica 1

R2170 : Fondamenti di informatica

2:1 R0232 : Analisi matematica 2

R1902 : Fisica 2

R5570 : Tecnologia dei materiali e chimica applicata

2:2 R0510 : Calcolo numerico

R1660 : Elementi di meccanica teorica e applicata

R6022 : Topografia B

3:1 R2490 : Idraulica

R4600 : Scienza delle costruzioni

R1390 : Disegno di impianti e di sistemi industriali

3:2 R2910 : Ingegneria degli scavi

R2240 : Geofisica applicata

R2282 : Geologia applicata (tecnica)

4:1 R3970 : Principi di geotecnica

R1820 : Energetica applicata

R2550 : Idrologia tecnica

4:2 R1795 : Elettrotecnica + Impianti minerari (integrato)

R5150 : Stabilità dei pendii

Y₁

5:1 R2880 : Infrastrutture idrauliche

R1460 : Economia applicata all'ingegneria

R2530 : Idrogeologia applicata

Y₃

5:2 Y₂

Y₃

Y₄

Y₁, Y₂, Y₃, Y₄: insegnamenti di orientamento.

Orientamenti attivati per l'indirizzo *Difesa del suolo*

Orientamento *Regimentazione delle acque*

- Y₁ R5460 : Tecnica delle costruzioni
 - Y₂ R2500 : Idraulica ambientale
 - Y₃ Insegnamento a scelta su Tabella B
 - Y₄ Insegnamento a scelta su Tabella B
-

Orientamento *Stabilità del suolo*

- Y₁ R4560 : Rilevamento geologico tecnico
- Y₂ R2840 : Indagini e controlli geotecnici
- Y₃ Insegnamento a scelta su Tabella B
- Y₄ Insegnamento a scelta su Tabella B

Tabella B: insegnamenti a scelta

- 2 R0600 : Cave e recupero ambientale
 - 1 R0820 : Consolidamento dei terreni
 - 2 R0930 : Costruzione di gallerie
 - 1 R2190 : Fotogrammetria
 - 2 R2220 : Fotogrammetria applicata
 - 2 R2340 : Geotecnica
 - 2 R2500 : Idraulica ambientale
 - 2 R2840 : Indagini e controlli geotecnici
 - 1 R2900 : Ingegneria degli acquiferi
 - 2 R3080 : Litologia e geologia
 - 1 R3340 : Meccanica delle rocce
 - 2 R4560 : Rilevamento geologico tecnico
 - 2 R5460 : Tecnica delle costruzioni
-

3.3 Indirizzo Georisorse

Insegnamenti obbligatori.

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)

R0231 : Analisi matematica 1

R0620 : Chimica

1:2 R2300 : Geometria

R1901 : Fisica 1

R2170 : Fondamenti di informatica

2:1 R0232 : Analisi matematica 2

R1902 : Fisica 2

R5570 : Tecnologia dei materiali e chimica applicata

2:2 R0510 : Calcolo numerico

R1660 : Elementi di meccanica teorica e applicata

R3595 : Mineralogia e petrografia + Caratterizzazione tecnologica delle materie prime (integrato)

3:1 R2490 : Idraulica

R4600 : Scienza delle costruzioni

R1390 : Disegno di impianti e di sistemi industriali

3:2 R2910 : Ingegneria degli scavi

R6022 : Topografia B

R3080 : Litologia e geologia

4:1 R3970 : Principi di geotecnica

R1820 : Energetica applicata

R2480 : Giacimenti minerari

4:2 R0345 : Arte mineraria + Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva (integrato)

R1795 : Elettrotecnica + Impianti minerari (integrato)

R3240 : Meccanica dei fluidi nel sottosuolo

5:1 R2250 : Geofisica mineraria

R1460 : Economia applicata all'ingegneria

Y₁

Y₃

5:2 Y₁

Y₂

Y₃

Y₄

Y₁, Y₂, Y₃, Y₄: insegnamenti di orientamento

Orientamenti attivati per l'indirizzo Georisorse.

Orientamento Risorse fluide

- Y₁ R5430 : Tecnica della perforazione petrolifera
 - Y₂ R2920 : Ingegneria dei giacimenti di idrocarburi
 - Y₃ Insegnamento a scelta su Tabella C
 - Y₄ Insegnamento a scelta su Tabella C
-

Orientamento Risorse solide

- Y₁ R0600 : Cave e recupero ambientale
- Y₂ R4390 : Prospezione geomineraria
- Y₃ Insegnamento a scelta su Tabella C
- Y₄ Insegnamento a scelta su Tabella C

Tabella C: insegnamenti a scelta

- 1 R0214 : Analisi e riconoscimento dei minerali (ridotto)
 - 2 R0580 : Cartografia numerica
 - 2 R1650 : Elementi di geochimica applicata alla prospezione mineraria
 - 1 R2190 : Fotogrammetria
 - 2 R2282 : Geologia applicata (tecnica)
 - 1 R2414 : Gestione delle aziende estrattive (ridotto)
 - 2 R2840 : Indagini e controlli geotecnici
 - 1 R2904 : Ingegneria degli acquiferi (ridotto)
 - 1 R3340 : Meccanica delle rocce
 - 1 R3904 : Petrografia (ridotto)
 - 2 R4100 : Produzione e trasporto degli idrocarburi
 - 1 R4470 : Recupero delle materie prime secondarie
 - 2 R5460 : Tecnica delle costruzioni
 - 1 R5610 : Tecnologia del petrolio e petrolchimica
 - 2 R5710 : Tecnologie metallurgiche
 - 2 R5740 : Telerilevamento
 - 2 R6060 : Trattamento dei solidi
-

3.4 Indirizzo *Geotecnologie*

Insegnamenti obbligatori.

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)

R0231 : Analisi matematica 1

R0620 : Chimica

1:2 R2300 : Geometria

R1901 : Fisica 1

R2170 : Fondamenti di informatica

2:1 R0232 : Analisi matematica 2

R1902 : Fisica 2

R5570 : Tecnologia dei materiali e chimica applicata

2:2 R0510 : Calcolo numerico

R1660 : Elementi di meccanica teorica e applicata

R6022 : Topografia B

3:1 R2490 : Idraulica

R4600 : Scienza delle costruzioni

R1390 : Disegno di impianti e di sistemi industriali

3:2 R2910 : Ingegneria degli scavi

R2282 : Geologia applicata (tecnica)

R2340 : Geotecnica

4:1 R3340 : Meccanica delle rocce

R1820 : Energetica applicata

Y₁

4:2 R2240 : Geofisica applicata

R1795 : Elettrotecnica + Impianti minerari (integrato)

R0930 : Costruzione di gallerie

5:1 R1460 : Economia applicata all'ingegneria

R0820 : Consolidamento dei terreni

Y₂

5:2 R2840 : Indagini e controlli geotecnici

R3860 : Opere in sotterraneo

Y₃

Y₁, Y₂, Y₃: insegnamenti di orientamento.

Discipline di orientamento proposte per l'indirizzo *Geotecnologie* tra cui scegliere Y₁, Y₂, e Y₃.

- 2 R0290 : Applicazioni industriali elettriche
 - 2 R0600 : Cave e recupero ambientale
 - 2 R1000 : Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
 - 1 R2530 : Idrogeologia applicata
 - 1 R2680 : Impianti e cantieri viari
 - 1 R2904 : Ingegneria degli acquiferi
 - 2 R3240 : Meccanica dei fluidi del sottosuolo
 - 2 R4560 : Rilevamento geologico-tecnico
 - 1 R4750 : Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva
 - 2 R5150 : Stabilità dei pendii
 - 2 R5460 : Tecnica delle costruzioni
-

3.5 Indirizzo *Pianificazione e gestione territoriale*

Insegnamenti obbligatori.

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)

R0231 : Analisi matematica 1

R0620 : Chimica

1:2 R2300 : Geometria

R1901 : Fisica 1

R2170 : Fondamenti di informatica

2:1 R0232 : Analisi matematica 2

R1902 : Fisica 2

R5570 : Tecnologia dei materiali e chimica applicata

R1370 : Disegno

2:2 R0510 : Calcolo numerico

R6023 : Topografia C

R1370 : Disegno

3:1 R2490 : Idraulica

R4600 : Scienza delle costruzioni

R1790 : Elettrotecnica

3:2 R2283 : Geologia applicata (territoriale)

R0330 : Architettura tecnica

R3040 : Istituzioni di economia

4:1 R2882 : Infrastrutture idrauliche (tecnologiche)

R2060 : Fisica tecnica

Y₁

4:2 R2340 : Geotecnica

R5510 : Tecnica urbanistica

R1000 : Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti

5:1 Y₂

Y₃

Y₄

5:2 R0790 : Composizione urbanistica

R1520 : Economia ed estimo civile

R0600 : Cave e recupero ambientale

Y₂

Y₁, Y₂, Y₃, Y₄: insegnamenti di orientamento

Orientamenti attivati per l'indirizzo *Pianificazione e gestione territoriale*.

Orientamento *Urbanistica*

- Y₁ R5210 : Storia dell'architettura e dell'urbanistica
 - Y₂ R3920 : Pianificazione e gestione delle aree metropolitane
 - Y₃ Insegnamento a scelta su Tabella D
 - Y₄ Insegnamento a scelta su Tabella D
-

Orientamento *Infrastrutture*

- Y₁ R2550 : Idrologia tecnica
 - Y₂ R2680 : Impianti e cantieri viari
 - Y₃ Insegnamento a scelta su Tabella D
 - Y₄ Insegnamento a scelta su Tabella D
-

Orientamento *Uso delle risorse*

- X R2900 : Ingegneria degli acquiferi
- Y₂ R3920 : Pianificazione e gestione delle aree metropolitane
- Y₃ Insegnamento a scelta su Tabella D
- Y₄ Insegnamento a scelta su Tabella D

Tabella D: insegnamenti a scelta

- 2 R0580 : Cartografia numerica
- 2 R1002 : Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti 2
- 1 R1360 : Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
- 1 R1640 : Elementi di ecologia
- 1 R2190 : Fotogrammetria
- 2 R2200 : Fotogrammetria applicata
- 2 R2240 : Geofisica applicata
- 1 R2530 : Idrogeologia applicata
- 1 R2550 : Idrologia tecnica
- 1 R2680 : Impianti e cantieri viari
- 1 R2800 : Impianti speciali idraulici
- 1 R2900 : Ingegneria degli acquiferi
- 2 R2910 : Ingegneria degli scavi
- 1 R3090 : Localizzazione dei sistemi energetici
- 2 R3240 : Meccanica dei fluidi nel sottosuolo
- 2* R3860 : Opere in sottoterraneo
- 1 R3920 : Pianificazione e gestione delle aree metropolitane
- 1 R4470 : Recupero delle materie prime secondarie
- 1 R4550 : Ricerca operativa
- 1 R5210 : Storia dell'architettura e dell'urbanistica
- 1 R5490 : Tecnica ed economia dei trasporti
- 2 R5740 : Telerilevamento
- 2 R5880 : Teoria e tecnica della circolazione

Programmi degli insegnamenti

I programmi sono riportati in ordine di anno e periodo didattico fino al 1. semestre del 3. anno. In seguito i corsi appaiono in ordine alfabetico. Seguono poi gli indici alfabetici generali, per titoli degli insegnamenti e per nomi dei docenti. Nell'intestazione ai singoli corsi, dove i titolari del corso siano più d'uno e afferenti ad uno stesso dipartimento, il nome del dipartimento non viene ripetuto.

R 0231 Analisi matematica 1

Anno:periodo 1:1 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 48 (settimanali 6/4)

Prof. Stefania De Stefano Viti (Matematica)

Finalità del corso è fornire gli strumenti di base del calcolo differenziale, propedeutici ai corsi della Facoltà di ingegneria, utilizzando il linguaggio moderno della matematica ed insegnando come affrontare i problemi con rigore e spirito critico.

REQUISITI. Le nozioni fondamentali di algebra, di geometria, di trigonometria, secondo i programmi di scuola secondaria superiore.

PROGRAMMA

Teoria sugli insiemi.

Insiemi di numeri e loro proprietà (interi, razionali, reali).

Elementi di geometria analitica piana.

Limiti di funzioni di variabile reale.

Successioni.

Continuità e derivabilità.

Proprietà delle funzioni continue in un intervallo.

Proprietà delle funzioni derivabili in un intervallo.

Funzioni elementari.

Sviluppi di Taylor.

Integrali indefiniti.

Integrazione definita (secondo Riemann).

Integrali impropri.

Equazioni differenziali del primo ordine (a variabili separabili, omogenee e lineari)

Equazioni differenziali del secondo ordine riconducibili al primo ordine.

Equazioni differenziali lineari del secondo ordine a coefficienti costanti.

BIBLIOGRAFIA

- C. Belingeri, F. Bongiorno, F. Rosati, *Matematica -30 (trenta giorni prima dell'inizio dei corsi)*, Arcane, Roma, 1992.
 J.P. Cecconi, G. Stampacchia, *Analisi matematica, vol. 1*, Liguori, Napoli, 1980
 G. Geymonat, *Lezioni di Analisi matematica 1*, Levrotto & Bella, Torino, 1981.
 P. Marcellini, G. Sbordone, *Esercitazioni di matematica (2 volumi)*, Liguori, Napoli, 1991.
 M. Pavone, *Temi di esame svolti di Analisi matematica 1*, Arcane, Roma, 1993.
 M. Pavone, *Integrali impropri e funzioni integrali*, Arcane, Roma, 1992.

R 0620 Chimica

Anno:periodo 1:1 Impegno (ore): lezioni 78 esercitazioni 44 (settimanali 6/4)

Prof. Aldo Priola (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso si propone di fornire le basi teoriche necessarie per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici e di dare una breve rassegna delle proprietà degli elementi più comuni e dei loro principali composti. Esso si articola di conseguenza in tre parti: una di chimica generale alla quale vengono dedicate circa 60 ore di lezione; una di chimica inorganica (circa 20 ore di lezione) ed una di chimica organica (5-10 ore di lezione).

PROGRAMMA

Chimica generale.

Concetti di base. Leggi fondamentali della chimica e nomenclatura.

Il sistema periodico degli elementi. L'atomo secondo i modelli classici e quantomeccanici.

Legami chimici intra e intermolecolari.

Elementi di radiochimica.

Stato gassoso. Stato solido. Stato liquido. Caratteristiche delle soluzioni di non elettroliti.

Termochimica. Entropia ed energia libera di reazione. Velocità di reazione. Catalisi. L'equilibrio chimico.

Regola delle fasi. Diagrammi di stato.

Soluzioni di elettroliti. Acidi e basi. *pH*. Idrolisi.

Cenni di elettrochimica.

Chimica inorganica.

Proprietà e metodi di preparazione dei seguenti elementi e dei loro principali composti: idrogeno, ossigeno, sodio, rame, calcio, zinco, alluminio, carbonio, silicio, azoto, fosforo, cromo, uranio, zolfo, manganese, alogeni, ferro.

Chimica Organica. Cenni sugli idrocarburi saturi ed insaturi e sulle più importanti famiglie di composti organici.

BIBLIOGRAFIA

- C. Brisi, V. Cirilli, *Chimica generale ed inorganica*, Levrotto e Bella, Torino.
 C. Brisi, *Esercitazioni di chimica*, Levrotto e Bella, Torino.
 M. Montorsi, *Appunti di chimica organica*, CELID, Torino.

R 1901 Fisica 1

Anno: periodo 1:2 Impegno (ore): lezioni 78 esercitazioni 26 laboratori 4 (settimanali 6/2)

Prof. Aurelia Stepanescu Sansoè (Fisica)

Il corso si propone di fornire gli elementi di base necessari per la comprensione della meccanica del punto e dei sistemi, con particolare riguardo al corpo rigido ed ai fluidi, dell'ottica geometrica in sistemi ottici centrati, della fisica matematica del campo gravitazionale e coulombiano, e dell'elettrostatica nel vuoto.

PROGRAMMA

Metrologia.

Misurazione e incertezza. Sistemi di unità di misura. Analisi dimensionale. Metodo dei minimi quadrati.

Cinematica del punto.

Moto rettilineo e curvilineo. Moto relativo (classico e relativistico) e covarianza delle leggi fisiche. Riferimenti inerziali e non inerziali.

Dinamica del punto.

Tre principi di Newton. Forze d'inerzia (pseudo-forze). Interazioni: gravitazionale, elettrostatica, elastica. Vincoli e attrito radente (statico e dinamico). Attrito del mezzo (viscoso e idraulico). Lavoro, potenza. Teorema lavoro - energia cinetica.

Statica del punto.

Campi conservativi.

Gradiente. Potenziale. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Teorema di Stokes. Teorema e legge di Gauss. Campo gravitazionale e coulombiano. Equazione di Poisson.

Oscillazioni: armonica semplice, smorzata, forzata. Risonanza. Oscillatore anarmonico.

Dinamica dei sistemi.

Centro di massa. Prima equazione cardinale. Conservazione della quantità di moto. Seconda equazione cardinale. Conservazione del momento angolare. Corpo rigido. Assi principali d'inerzia. Giroscopio.

Statica dei sistemi.

Meccanica dei fluidi.

Legge di Stevino. Legge di Archimede. Equazione di continuità. Teorema di Bernoulli. Tensione superficiale.

Onde elastiche.

Ottica geometrica.

Elettrostatica nel vuoto.

Potenziale di una carica e di un dipolo. Conduttori in equilibrio. Cariche in moto in un campo elettrostatico.

ESERCITAZIONI

In aula: esercizi applicativi sul programma del corso.

In laboratorio (*computer on-line*): misurazione di spostamenti e velocità in caduta libera, e dell'accelerazione di gravità; misurazione del periodo del pendolo semplice in funzione della lunghezza e dell'elongazione.

BIBLIOGRAFIA

P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, *Fisica, vol. 1*, SES, Napoli, 1991.

R. Resnick, D. Halliday, *Fisica, parte 1.*, Ambrosiana, Milano, 1982).

C. Mencuccini, V. Silvestrini, *Fisica*, Liguori, Napoli, 1987.

D.E. Roller, R. Blum, *Fisica, volumi 1 e 2*, Zanichelli, Bologna, 1984.

S. Rosati, *Fisica generale, parte 1.*, Ambrosiana, Milano, 1978.

M. Alonso, E. J. Finn, *Elementi di fisica per l'università, vol. 1*, Masson, Milano, 1982.

R 2170 Fondamenti di informatica

Anno:periodo 1:2 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 24 laboratori 24 (settimanali 6/2/2)

Prof. Silvano, Gai (Automatica e informatica)

Il corso intende presentare i fondamenti dell'informatica, con lo scopo di fare acquisire agli allievi una discreta "manualità" nell'uso degli elaboratori, attraverso l'impiego di strumenti di produttività individuale e di linguaggi di programmazione.

Verranno fornite nozioni introduttive sulla struttura di un elaboratore, sulla rappresentazione dell'informazione al suo interno e sui principali componenti *software* che costituiscono un sistema informativo.

Il corso può essere considerato propedeutico a molti corsi di carattere matematico-fisico che richiedono l'uso del calcolatore per le esercitazioni e lo sviluppo di casi di studio su elaboratori.

PROGRAMMA

I fondamenti. Sistemi di numerazione. Algebra booleana e funzioni logiche. Codifica dell'informazione.

L'architettura di un sistema di elaborazione.

Hardware e software. Unità centrale di elaborazione (CPU). Principi base di funzionamento. Varie fasi dell'esecuzione di una istruzione. Cenni sui linguaggi macchina. Struttura a *bus*. Memoria centrale (RAM e ROM). Memoria di massa (*hard e floppy disc*, nastri). Unità di ingresso-uscita (tastiere, video, *mouse* e stampanti). Cenni di tecnologia microelettronica.

Il software.

Software di base, *software* applicativo, *software* di produttività individuale. Caratteristiche principali del sistema operativo MS-DOS. Fasi dello sviluppo di un programma. I principi della programmazione strutturata. Elementi di programmazione Pascal. *Software* di produttività individuale: classificazione. I *word processor*: Wordstar IV. Fogli elettronici: il Lotus 123. Cenni di basi di dati: il dBase III plus.

I sistemi informativi.

Tipologia architetturale dei sistemi informativi: *personal computer*, *minicomputer*, *work-station* e *mainframes*. I sistemi operativi: *multi-task*, *multi-user*, *real time*. Interconnessione in rete di elaboratori. Cenni di telematica.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Sono previste esercitazioni su *personal computer* in aula e presso i LAIB su: utilizzo del *word processor* Wordstar IV, programmazione in Pascal, utilizzo del foglio elettronico Lotus 123 e del *data base* dBase III plus.

BIBLIOGRAFIA

W.S. Davids, *Computing fundamental concepts*, 2nd ed., Addison Wesley, Workingham, 1989.

P. Prinetto, *Fondamenti di informatica: raccolta di lucidi*, Levrotto & Bella, 1991.

K. Jensen, N. Wirth, *Pascal user manual and report: ISO Pascal standard*, 3rd ed., Springer, New York, 1985.

R 2300 Geometria

Anno:periodo 1:2 Impegno (ore): lezioni 74 esercitazioni 46 (settimanali 6/4)

Prof. Giulio Tedeschi (Matematica)

Il corso si propone di fornire agli studenti una preparazione di base per lo studio di problemi con l'uso di coordinate in relazione alla geometria analitica e di calcolo matriciale in relazione all'algebra lineare.

REQUISITI. Operazione di derivazione ed integrazione inerenti al corso di *Analisi matematica I*, elementi di geometria e trigonometria della scuola media superiore.

PROGRAMMA

Calcolo vettoriale.

Elementi di geometria analitica del piano, studio di coniche, coordinate polari e numeri complessi.

Geometria analitica dello spazio: piano, rette, questioni angolari, distanze. Proprietà generali di curve e superfici, sfere e circonferenze, coni, cilindri, superfici di rotazione, quadriche.

Elementi di geometria differenziale delle curve.

Spazi vettoriali, applicazioni lineari. Matrici e sistemi lineari.

Risoluzione di equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti di ordine n .

Autovalori ed autovettori. Forma canonica di Jordan. Spazi euclidei.

BIBLIOGRAFIA

Greco, Valabrega, *Lezioni di algebra lineare e geometria*, Levrotto & Bella, Torino.

Esercizi di algebra lineare e geometria analitica, CELID.

R 0232 **Analisi matematica 2**

Anno: periodo 2:1 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 48 (settimanali 6/4)

Prof. Magda Rolando Leschiutta (Matematica)

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

REQUISITI. Si richiede allo studente il possesso dei metodi di calcolo e delle considerazioni di carattere teorico forniti dai corsi di *Analisi matematica* e di *Geometria*.

PROGRAMMA

Funzioni continue di più variabili.

Calcolo differenziali in più variabili.

Calcolo differenziale su curve e superfici.

Integrali multipli.

Integrali su curve e superfici.

Spazi vettoriali normati e successioni di funzioni.

Serie numeriche e serie di funzioni.

Serie di potenze.

Serie di Fourier.

Equazioni e sistemi differenziali.

BIBLIOGRAFIA.

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

M. Leschiutta, P. Moroni, J. Vacca, *Esercizi di matematica*, Levrotto & Bella, Torino, 1982

R 1370 Disegno

Anno:periodo 2:1,2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 50 laboratori 10 (settimanali 2/3)

Prof. Giuseppa Novello Massai (Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)

Il corso intende fornire gli strumenti formativi di base in ambito di rappresentazione grafica, con riferimento al curriculum didattico degli allievi e in relazione ai campi operativi di attività professionale dell'ingegnere, attraverso l'introduzione e l'approfondimento:

- delle nozioni teoriche ed applicative di base del linguaggio grafico in relazione a finalità descrittive, interpretative e di trasformazione dell'ambiente costruito e naturale;
- delle nozioni sui metodi e sistemi di rappresentazione e relative tecniche, con riferimento alla normativa per il disegno tecnico, correlate ad alcuni lineamenti di disegno assistito dal computer.

PROGRAMMA

Elementi di geometria descrittiva e proiettiva quali riferimenti fondamentali per affrontare i problemi di rappresentazione (proiezioni ortogonali, assonometrie, prospettive, disegno esplosivo, teoria delle ombre, rappresentazione del territorio, degli insediamenti, dei manufatti).

Problemi di quotatura e normativa tecnica finalizzati al processo produttivo e alle tematiche del rilevamento territoriale.

Problemi di disegno tecnico e di normativa specifica come insieme di procedure volte a costituire, nei singoli settori applicativi, unità di linguaggi caratterizzati per utenze di specifica formazione culturale: applicazioni nella gestione delle risorse ambientali.

R 1390 Disegno di impianti e di sistemi industriali

Anno:periodo 2,3:1 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 70 (settimanali 4/6)

Prof. Giuseppe Colosi (Sistemi di produzione ed econ. dell'azienda)

Scopo del corso è fornire le nozioni teoriche ed applicative di rappresentazione grafica e la conoscenza delle norme fondamentali per la esecuzione ed interpretazione di disegni e progetti di elementi meccanici e di impianti che interessano l'indirizzo, con riferimento anche agli elementi di disegno assistito dal computer. Basandosi sulle nozioni sopradette si affronta la descrizione e lo studio delle caratteristiche degli organi di macchine fondamentali negli impianti industriali.

Sono previste lezioni, esercitazioni e visite di istruzione.

PROGRAMMA

Linguaggio del disegno. Strumenti e mezzi tecnici. Normativa nazionale ed internazionale. Tecnica operativa di rappresentazione nel Sistema Europeo ed Americano; assonometrie generiche ed unificate, proiezioni ortogonali, sezioni.

Quotature e sistemi di quotatura. Tolleranze dimensionali e di forma.

Elementi di disegno assistito dal computer (CAD).

Classificazione di acciai, ghise, ottoni, bronzi, leghe di alluminio. Elementi e dispositivi usati per il montaggio e fissaggio di organi meccanici con accenni a semplici calcoli di dimensionamento: viti e bulloni, chiavette e linguette, alberi scanalati.

Saldature e strutture saldate.

Cuscinetti di strisciamento e rotolamento.

Organi per la trasmissione del moto: ruote dentate, giunti, innesti, cinghie e catene.

Tubi ed elementi delle tubazioni: produzione, accettazione, collaudo, montaggio.

ESERCITAZIONI

Rappresentazione di elementi quotati.

Elaborazione di programmi di grafica computerizzata.

Rappresentazione di gruppi meccanici.

Sviluppo di impianti.

Letture e rappresentazione di carte topografiche.

BIBLIOGRAFIA

Chevalier, *Manuale del disegno tecnico*, SEI, Torino.

Straneo, Consorti, *Disegno tecnico*, vol. unico, Principato, Milano.

R 1902 Fisica 2

Anno: periodo 2:1 Impegno (ore): lezioni 82 esercitazioni 26 laboratori 12 (settimanali 6/2)

Prof. Piera Taverna Valabrega (Fisica)

La prima parte del corso si propone di fornire gli elementi di base necessari per la comprensione dell'elettromagnetismo nel vuoto e nella materia, della teoria delle onde elettromagnetiche e dell'ottica ondulatoria. La seconda parte è rivolta ai principi fondamentali della fisica atomica. La terza parte è dedicata alla termodinamica.

PROGRAMMA

Campo elettrico nella materia: dielettrici e conduttori.

Proprietà di trasporto nei conduttori, corrente elettrica, legge di Ohm, effetti termoelettrici.

Campo magnetico nel vuoto e nella materia: sostanze diamagnetiche, paramagnetiche, ferromagnetiche.

Campi elettrici e magnetici dipendenti dal tempo: legge dell'induzione elettromagnetica, induttanza e cenni ai circuiti RLC, equazioni di Maxwell.

Onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia.

Ottica ondulatoria: interferenza e diffrazione.

Propagazione di onde elettromagnetiche in mezzi anisotropici; polarizzazione della luce.

Interazione della radiazione magnetica con la materia; descrizione effetto fotoelettrico ed effetto Compton.

Meccanica quantistica: dualismo onda-particella, principio di indeterminazione di Heisenberg, equazione di Schrödinger e funzione d'onda.

Emissione spontanea e indotta: laser.

Termodinamica classica ed elementi di termodinamica statistica.

ESERCITAZIONI

Comprendono sia una parte teorica, in cui si propongono e risolvono problemi inerenti alla materia esposta nelle lezioni, sia una parte sperimentale, in cui gli studenti affrontano la problematica della misura di grandezze fisiche, valendosi della strumentazione esistente nei laboratori didattici (uso di strumenti elettrici, misure relative a circuiti elettrici, misura di indici di rifrazione, di lunghezze d'onda con reticoli di diffrazione).

BIBLIOGRAFIA

- Resnick, Halliday, *Fisica 1, meccanica e termodinamica*, Ambrosiana, Milano, 1982.
 C. Mencuccini, V. Silvestrini, *Fisica 2*, Liguori, 1987.
 A. Tartaglia, *Esercizi svolti di elettromagnetismo e ottica*, Levrotto & Bella, Torino, 1985.
 Amaldi, Bizzarri, Pizzella, *Fisica generale: elettromagnetismo, relatività, ottica*, Zanichelli.

R 5570 Tecnologia dei materiali e chimica applicata

Anno: periodo 2:1 Impegno (ore): lezioni 80 esercitazioni 20 laboratori 10 (settimanali 6/2)

Prof. Giuseppina Acquarone (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso ha lo scopo di fornire conoscenze di base relative alle caratteristiche tecnologiche e di impiego dei materiali. Sono inoltre trattati problemi che si riferiscono alle prestazioni in opera dei materiali e relative implicazioni ambientali. Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, prove di laboratorio, visite di istruzione.

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

PROGRAMMA

Acque potabili e industriali. Trattamento delle acque di rifiuto.

Generalità sui combustibili e calcoli sulla combustione. Cenno ai carburanti e relativi problemi di inquinamento.

Diagrammi di stato.

Materiali ceramici: laterizi, terraglie, gres, porcellane.

Leganti aerei. Leganti idraulici: cemento Portland, pozzolanico, di altoforno, alluminoso. Caratteristiche e peculiarità di impiego.

Agglomerati cementizi. Prescrizioni ufficiali e saggi tecnici. Il calcestruzzo: rapporto A/C, lavorabilità, additivi. Reazione alcali aggregato. Calcestruzzo armato e precompresso. Calcestruzzi leggeri, porosi e cellulari.

Asfalti e bitumi.

Il legname da costruzione.

Il vetro. Vetrocaramici.

Leghe ferrose: ghise e acciai. Ghise da getto, ghisa malleabile e sferoidale. Trattamenti termici e superficiali degli acciai. Acciai per l'edilizia. Cenno agli acciai speciali. Corrosione dei materiali ferrosi e loro protezione.

Leghe di alluminio e di rame.

Materie plastiche: generalità, classificazione e utilizzazione nell'edilizia.

Vernici e pitture.

BIBLIOGRAFIA

- M. Lucco Borlera e C. Brisi, *Tecnologia dei materiali e chimica applicata*, Levrotto & Bella, Torino, 1992.

R 0510 Calcolo numerico

Anno: periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 74 esercitazioni 26 (settimanali 6/2)

Prof. Paola Moroni (Matematica)

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. Preliminari. Condizionamento di un problema e stabilità di un algoritmo.
2. Risoluzione di sistemi lineari. Metodo di Gauss; fattorizzazione di una matrice e sue applicazioni; metodi iterativi.
3. Calcolo degli autovalori di una matrice.
4. Approssimazioni di funzioni e di dati sperimentali. Interpolazione con polinomi algebrici e con funzioni *spline*. Minimi quadrati. Derivazione numerica.
5. Equazioni e sistemi di equazioni non lineari: metodo di Newton e sue varianti. Processi iterativi in generale. Problemi di ottimizzazione.
6. Calcolo di integrali. Formule di Newton-Cotes. Definizione e proprietà principali dei polinomi ortogonali. Formule gaussiane. *Routines* automatiche. Cenni sul caso multidimensionale.
7. Equazioni differenziali ordinarie per problemi ai valori iniziali. Metodi *one-step* e *multistep*. Stabilità dei metodi. Sistemi *stiff*.
8. Equazioni differenziali alle derivate parziali. Metodi alle differenze finite.

BIBLIOGRAFIA

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

R 1660 Elementi di meccanica teorica e applicata

Anno: periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 76 esercitazioni 44 (settimanali 6/3)

Prof. Nicolò D'Alfio (Meccanica)

Il corso si propone di fornire agli studenti i principali elementi teorici ed applicativi della meccanica.

REQUISITI. *Analisi 1, Fisica 1 e Geometria.*

PROGRAMMA

Geometria delle masse: baricentri e momenti d'inerzia.

Cinematica: velocità e accelerazione di un punto e di un sistema rigido; metodi grafici per la risoluzione dei problemi di cinematica; tipi principali di legge del moto.

Statica: vincoli e reazioni vincolari; gradi di libertà di un sistema, equazioni di equilibrio; applicazioni delle equazioni di equilibrio per la risoluzione dei problemi di statica.

Dinamica: forze di inerzia, riduzione delle forze d'inerzia; equazioni di equilibrio della dinamica; teorema dell'energia; quantità di moto e momento della quantità di moto.

Forze agenti negli accoppiamenti: aderenza e attrito, attrito nei perni; impuntamento; attrito volvente, rendimenti dei meccanismi; urti.

La trasmissione del moto: giunti, cinghie, catene, funi, paranchi di sollevamento; ingranaggi cilindrici a denti diritti ed elicoidali; ingranaggi conici a denti diritti, forze scambiate negli ingranaggi; rotismi ad assi fissi, riduzione dei momenti di inerzia; rotismi epicicloidali semplici e composti, differenziale; vite e madrevite; vite senza fine e ruote elicoidali; vite a circolazione di sfere; forze scambiate nelle viti; camme; meccanismi per la trasformazione di un moto continuo in un moto intermittente ed in un moto alternativo; freni a tamburo, a disco e a nastro, lavoro dissipato nei freni; frizioni a disco, centrifughe; cuscinetti a rotolamento e a strisciamento.

I sistemi meccanici: accoppiamento tra motori e macchine operatrici; sistemi oscillanti (oscillazioni libere e forzate); sistemi giroscopici; nozioni di meccanica dei fluidi.

ESERCITAZIONI. Nel corso delle esercitazioni vengono svolti esempi illustrativi degli argomenti del corso; una particolare attenzione viene dedicata a mettere in evidenza l'aspetto "reale" dei diversi esercizi proposti.

BIBLIOGRAFIA

Jacazio, Piombo, *Meccanica applicata alle macchine, vol. 1 e 2*, Levrotto & Bella, Torino.

Ferraresi, Raparelli, *Appunti di meccanica applicata*, CLUT, Torino.

R 2160 Fondamenti di chimica industriale

Anno: periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 56 esercitazioni 28 laboratori 32 (settimanali 4/2/2)

Prof. Maurizio Onofrio (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso intende approfondire le conoscenze della chimica generale, inorganica ed organica attraverso le reazioni chimico-fisiche ed i concetti termodinamici relativi agli equilibri chimici in fase acquosa ed in fase gassosa.

Sono sviluppati i principi ed i metodi analitici per il controllo ambientale relativo all'aria, acqua e suolo. È inoltre evidenziata l'interazione delle sostanze inquinanti con l'ambiente.

PROGRAMMA

La reazione chimica: aspetti qualitativi e quantitativi.

Gli equilibri ionici in fase acquosa: acido-base (*pH*, effetto tampone, ecc.); di precipitazione (solubilità e prodotto di solubilità); redox (potenziali, equazione di Nernst); di complessazione (composti di coordinazione, chelati).

Gli equilibri in fase gassosa.

Gli equilibri fisici (liquido-gas, solido-gas, liquido-liquido, solido-liquido).

Fattori fisici che influenzano l'equilibrio.

Reattività delle sostanze inorganiche ed organiche.

Unità di misura dei parametri di inquinamento e valutazione dei dati analitici.

Interazione primaria delle sostanze con l'ambiente (aria, acqua e suolo).

Interazione secondaria: chimica e fotochimica della troposfera, cinetica delle reazioni fotochimiche, *smog* fotochimico, piogge acide.

Indici di inquinamento organico (COD, BOD, TOC, ecc.).

Metodi di determinazione di macro- e micro-inquinanti nell'ambiente. (Metodi chimici, spettroscopici, elettrochimici, cromatografici).

Metodi e tecniche di campionamento.

ESERCITAZIONI

In aula verranno svolte esercitazioni di calcolo riguardanti l'applicazione dei principi teorici esposti a lezione. In laboratorio verranno eseguite dagli studenti determinazioni analitiche di inquinanti e simulazioni di fenomeni reali.

BIBLIOGRAFIA

- M. Freiser, G. Fernando, *Gli equilibri ionici nella chimica analitica*, Piccin, Padova.
 R. Ugo, *Analisi chimica strumentale*, Guadagni, Milano.
 CNR IRSA, *Metodi analitici per le acque*.
 CNR IRSA, *Metodi analitici per i fanghi*.
 A.C. Stem, *Air pollution*, Academic Press, New York, London.

R 3595 Mineralogia e petrografia + Caratterizzazione tecnologica delle materie prime

(Corso integrato)

Anno: periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 64 esercitazioni 42 laboratori 14 (settimanali 5/3)

Prof. Riccardo Sandrone, Prof. Angelica Frisa Morandini (Georisorse e territorio)

La prima parte del corso ha finalità propedeutiche, proponendosi cioè di fornire le conoscenze fondamentali di mineralogia e petrografia necessarie per accedere allo studio delle discipline di carattere naturalistico-applicativo che si collocano nel flusso didattico dell'indirizzo predetto.

La seconda parte ha lo scopo di impartire le principali nozioni sulle proprietà tecniche delle materie prime minerali interessanti la tecnologia moderna, con particolare attenzione alla loro valutazione quantitativa con metodi unificati di prova.

REQUISITI. *Chimica, Fisica 1.*

PROGRAMMA

Parte I, Mineralogia e petrografia.

Morfologia e struttura dei minerali.

Classificazione cristallografica di minerali; caratteri distintivi delle varie classi e delle specie più rappresentative.

Proprietà e metodologie utili per l'identificazione dei minerali componenti di rocce in senso lato e di giacimenti che formano oggetto dell'attività estrattiva.

Parte II, Caratterizzazione tecnologica delle materie prime.

Le proprietà fisiche dei materiali naturali interessanti la tecnologia moderna. Definizioni, metodi di misura e coordinamento dei vari concetti con la natura litologica. Le proprietà tecnologico-applicative dei materiali naturali, correlate con le loro caratteristiche fisiche e composizionali.

Esemplificazione di metodi unificati di prova e dei relativi limiti di accettazione per le rocce impiegate nelle costruzioni e per i minerali di uso industriale diretto.

Caratteristiche tecniche di insiemi di particelle e/o di cristalli e determinazione di valori statistici corrispondenti alla loro distribuzione.

ESERCITAZIONI

Esame sistematico descrittivo di campioni di minerali e di rocce. Applicazioni della diffrattometria a raggi X e dei metodi della diagnosi ottica petrografica.

LABORATORIO

Esecuzione di saggi specifici per l'accettazione di diverse categorie di materiali.

BIBLIOGRAFIA

- E. Grill, *I minerali industriali e i minerali delle rocce*, Hoepli, Milano, 1963.
 A. Mottana, R. Crespi, G. Liborio, *Minerali e rocce*, Mondadori, Milano, 1981.
 S.J. Lefond (ed.), *Industrial minerals and rocks*, American Inst. of Mining Metallurgical and Petroleum Engineers, New York, 1983.
 F. Calvino, *Lezioni di litologia applicata*, CEDAM, Padova, 1967.

R 6021 Topografia A

Anno:periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 60 laboratori 10 (settimanali 4/4)

Prof. Sergio Dequal (Georisorse e territorio)

Il corso, essenzialmente propedeutico, fornisce una preparazione di base per l'esecuzione di operazioni topografiche e fotogrammetriche connesse alla progettazione, esecuzione e controllo di rilievi cartografici relativi a vaste aree territoriali.

PROGRAMMA*Elementi di Geodesia e cartografia.*

Superficie matematica di riferimento: geoidi, sferoide, ellissoide. Ellissoide Internazionale EDSO, WG72 e WG84. Sezioni normali, geodesia operativa. Campo geodetico e campo topografico. Sistemi di riferimento: geocentrici, locali, cartografici. Deformazione delle carte. Tipi di rappresentazione. Equazioni differenziali delle carte conformi ed equivalenti. La cartografia ufficiale italiana. Le carte tecniche.

Elementi di teoria delle osservazioni.

Fondamenti di statistica e calcolo delle probabilità. Misure dirette, indirette, dirette condizionate.

Strumenti ed operazioni di misura.

Angoli azimutali e zenitali. Misura, calcolo e compensazione. Triangolazioni, poligonali, intersezioni. Livellazione trigonometrica, tacheometrica, distanziometrica, geometrica, idrostatica. Celerimettura. Cenni sul GPS.

Cenni di fotogrammetria.

Principi e fondamenti analitici. Strumenti per la presa. Apparati di restituzione. Orientamento interno ed esterno dei fotogrammi. Restituzione. Triangolazione aerea.

ESERCITAZIONI

Calcolo: poligonali, intersezioni, reti planimetriche, reti di livellazione.

Misure e strumenti: misura di angoli, distanze e dislivelli con strumentazione ottico-meccanica ed elettronica.

LABORATORI

Verifica e rettifica di tacheometri, teodoliti e livelli.

BIBLIOGRAFIA

- G. Inghilleri, *Topografia generale*, UTET, 1974.
 Bezoari, Monti, Selvini, *Topografia e cartografia*, CLUP, Milano, 1978.

R 6022 Topografia B

Anno:periodo 2,3:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 30 laboratori 30 (settimanali 4/2/2)

Prof. Carmelo Sena (Georisorse e territorio)

Il corso ha lo scopo di dare una panoramica dettagliata sulle moderne metodologie ed apparecchiature impiegate per i rilievi topografici e fotogrammetrici, per metterli in condizione di potere far eseguire, seguire e controllare lavori di vario tipo. Il corso è completato da esercitazioni numeriche, di campagna, di laboratorio e da eventuali visite presso ditte specializzate.

PROGRAMMA

a Parte introduttiva

- a1 *Elementi di geodesia.* La figura della Terra, campo di gravità; superfici di riferimento: geoidi, sferoidi, ellissoidi. Teoremi della geodesia operativa. Campo geodetico e campo topografico.
- a2 *Elementi di cartografia.* Vari tipi di carte. Cartografia ufficiale italiana (IGMI, Catasto, ecc.).
- a3 *Elementi di teoria delle misure.* Cenni di statistica e di calcolo delle probabilità. Principio dei minimi quadrati. Misure dirette. Misure indirette. Cenni alle misure indirette condizionate.

b Parte specifica

- b1 *Strumenti ed operazioni di misura.* Misura di angoli, distanze e dislivelli.
- b2 *Metodi di rilievo topografico* in superficie ed in sotterraneo con riporto di punti e di direzioni. Determinazione di profili di scavo, misura di aree e di volumi. Generalità sulle reti e loro compensazione. Rilievo di dettaglio. Cenni ai metodi di posizionamento GPS.
- b3 *Elementi di fotogrammetria.* Concetti fondamentali. Strumenti per la presa fotografica e per la restituzione. Analisi dei costi ed operazioni di collaudo.

BIBLIOGRAFIA

Solaini, Inghilleri, *Topografia*, Levrotto & Bella, Torino
 Inghilleri, *Topografia generale*, UTET, Torino
 Bezoari, Monti, Selvini, *Topografia e cartografia*, CLUP, Milano
 Taton, *Topographie souterraine*, Eyrolles, Paris
 Seguiti, *Topografia mineraria*, Scialpi, Roma

R 6023 Topografia C

Anno:periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 30 laboratori 30 (settimanali 4/2/2)

Prof. Carmelo Sena (Georisorse e territorio)

Il corso, propedeutico, si inquadra tra le materie "topografiche". Ha lo scopo di dare le basi teoriche che formano i preliminari della geodesia, cartografia e teoria delle misure; fornisce una panoramica dettagliata sulle moderne apparecchiature e metodologie per i rilievi topografici, con cenni anche a quelli fotogrammetrici.

Il corso si svolge con lezioni ed esercitazioni numeriche e di campagna, con l'esame e la pratica di varie strumentazioni in dotazione al Laboratorio.

PROGRAMMA**a Parte introduttiva**

- a1 *Elementi di geodesia.* Campo di gravità terrestre. Definizioni delle superfici di riferimento: geoidi, sferoidi ed ellissoidi. Sezioni normali. Teoremi della geodesia operativa. Campo geodetico e campo topografico. Calcolo delle coordinate di punti sull'ellissoide terrestre (trasporto e trasformazione di coordinate).
- a2 *Elementi di cartografia.* Deformazioni delle carte. Tipi di rappresentazione. Equazioni delle carte conformi ed equivalenti. Cartografia ufficiale italiana (IGMI, Catasto, ecc.). UTM.
- a3 *Elementi di teoria delle misure.* Cenni di statistica e di calcolo delle probabilità. Principio dei minimi quadrati. Misure dirette. Misure indirette. Cenni alle misure dirette condizionate.

b Parte specifica

- b1 *Strumenti ed operazioni di misura.* Misura di angoli azimutali e zenitali. Misura diretta ed indiretta di distanze; misura di distanza mediante strumenti ad onde elettromagnetiche. Livellazioni trigonometrica, tacheometrica, geometrica e speditiva.
- b2 *Metodi di rilievo.* Generalità sulle reti e le loro compensazioni. Triangolazioni, trilaterazioni, poligonali e reti di livellazione. Rilievo di particolari. Sezioni. Cenni ai metodi di posizionamento GPS. Cenni di celerimensura.
- b3 *Elementi di fotogrammetria.* Principi geometrici e fondamentali analitici. Strumento di presa e di restituzione. Orientamento interno di una camera. Orientamento esterno di una coppia di fotogrammi stereoscopici. Restituzione fotogrammetrica. Collaudi.

BIBLIOGRAFIA

- Solaini, Inghilleri, *Topografia*, Levrotto & Bella, Torino
Inghilleri, *Topografia generale*, UTET, Torino
Bezoari, Monti, Selvini, *Topografia e cartografia*, CLUP, Milano

R 1790 Elettrotecnica

Anno: periodo 3:1 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 50 laboratori 8 (settimanali 4/4)

Prof. Michele Tartaglia (Ing. elettrica industriale)

Il corso ha lo scopo di fornire i fondamenti teorici dell'elettrotecnica per affrontare le applicazioni relative alle macchine ed agli impianti elettrici. Per quanto concerne gli aspetti applicativi degli impianti particolare attenzione è dedicata alla loro protezione ed alla prevenzione di infortuni, con particolare riguardo agli impianti elettrici di cantieri e di edifici civili.

REQUISITI. I concetti fondamentali esposti nei corsi del biennio propedeutico, con particolare riguardo a *Fisica 2*.

PROGRAMMA

Reti elettriche in regime stazionario.

Richiamo delle equazioni di Maxwell, introduzione del potenziale elettrico, definizione e proprietà delle grandezze elettriche fondamentali. Bipoli e loro caratteristiche, collegamento di bipoli serie e parallelo. Reti di bipoli, leggi generali, reti di bipoli lineari. Principio di sovrapposizione degli effetti; teoremi di Thévenin, Norton, Milman. Potenze elettriche. Trasformazioni stella-triangolo.

Reti elettriche in condizioni quasi stazionarie.

Richiami delle equazioni di Maxwell. Introduzione di resistori, induttori, condensatori e loro equazioni di funzionamento.

Reti elettriche e regime sinusoidale.

Rappresentazione funzionale delle grandezze sinusoidali. Impedenza, ammettenza. Potenza attiva, reattiva, apparente, complessa. Sistemi trifase simmetrici. Rifasamento.

Macchine elettriche.

Principi di funzionamento delle macchine elettriche. Trasformatore, funzione struttura e principi di funzionamento; circuito elettrico equivalente, funzionamento in condizioni normali, a vuoto e in corto circuito. Macchina asincrona. struttura e principi di funzionamento, circuito elettrico equivalente, caratteristica meccanica, avviamento e regolazione velocità. Macchina sincrona. struttura e principio di funzionamento, circuito equivalente, funzionamento a regime, diagramma circolare.

Impianti elettrici.

Cenni sulla generazione dell'energia elettrica; linee elettriche, descrizione e circuito elettrico equivalente. Protezione degli impianti da sovraccarico e corto circuito. Sicurezza negli impianti, impianti di terra, protezione differenziale.

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni consistono nello svolgimento di esempi numerici sui vari argomenti e sulla descrizione di alcune applicazioni pratiche.

BIBLIOGRAFIA

G. Fiorio, I. Gorini, A.R. Meo, *Appunti di elettrotecnica*, Levrotto & Bella, Torino.

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

A. Laurentini, A.R. Meo, R. Pomè, *Esercizi di elettrotecnica*.

R 2060 Fisica tecnica

Anno: periodo 3,4:1 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 50 laboratori 10 (settimanali 4/4)

Prof. Vincenzo Ferro (Energetica)

Il corso è finalizzato: 1) allo studio delle varie modalità delle conversioni termodinamiche diretta ed inversa, nonché allo studio termodinamico dell'aria umida connesso al condizionamento dell'aria; 2) allo studio del moto dei fluidi comprimibili ed incomprimibili ed al proporzionamento delle reti e dei condotti; allo studio delle varie modalità di scambio termico nonché degli ambienti e delle apparecchiature nei quali si attua lo scambio termico.

PROGRAMMA

Termodinamica.

Sistemi termodinamici. Processi e lavori termodinamici. Lavoro. Energia termica. Primo principio della termodinamica. Gas ideali. Equazioni di stato. Trasformazioni termodinamiche. Secondo principio. Entropia. Funzioni dello stato termodinamico. Problemi della conversione termomeccanica e termoelettrica.

Cicli termodinamici delle macchine alternative a gas, delle macchine a gas a flusso continuo. Cicli rigenerativi. Cicli inversi a gas. Proprietà dei vapori. Diagrammi di stato. Cicli termodinamici a vapore; cicli rigenerativi a vapore. Cicli cogenerativi. Cicli inversi a vapore; cicli inversi a cascata; cicli per la liquefazione dei gas; pompe di calore.

Gas reali; equazione di Van der Waals; diagramma di Mollier dell'aria umida; impianti di condizionamento.

Fluidodinamica.

Equazioni del moto dei fluidi nei condotti; tipi di movimento. Perdite di pressione. Coefficiente di attrito. Efflusso aeriformi; misure di portata. Calcolo reti impianti ventilazione e riscaldamento. Calcolo camini. Ventilazione delle gallerie.

Termocinetica.

Conduzione, convezione, irraggiamento termico. Teoria della similitudine; relazioni adimensionali. Trasmissione del calore in regime continuo e variabile. Scambiatori di calore. Superfici alettate. Scambio termico per miscelazione. Torri refrigeranti. Evaporazione da grandi bacini.

ESERCITAZIONI

Cicli termodinamici gas e vapore diretti ed inversi. Schemi di impianti termoelettrici, frigoriferi, per produzione combinata, impianti a pompe di calore. Moto dei fluidi nelle reti. Calcolo lungo condotti di ventilazione; calcolo di camini. Scambiatori di calore; termofisica degli edifici; torri refrigeranti.

LABORATORIO

Psicrometria; misure di temperatura; misure di portate; caratteristica di un ventilatore, rendimento di un generatore di calore; misure acustiche e illuminazione.

BIBLIOGRAFIA

Brunelli, Codegone, *Termodinamica, termocinetica, vol. 1*, Giorgio, Torino.
Boffa, Gregorio, *Elementi di fisica tecnica*, Levrotto & Bella, Torino.

R 2490 **Idraulica**

Anno: periodo 3:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 40 laboratori 8 (settimanali 6/4)

Prof. Enzo Buffa (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

Il corso si propone di fornire gli elementi essenziali della statica, della cinematica e della dinamica dei fluidi, con particolare riferimento alle correnti unidimensionali.

PROGRAMMA

Definizione di fluido. Distinzione tra liquidi e aeriformi. Caratteristiche fisiche dei fluidi.

Statica dei fluidi pesanti ed incompressibili. Spinte. Cenni alla statica dei fluidi compressibili.

Cinematica. Punto di vista di Lagrange e di Eulero. Velocità di accelerazione euleriana.

Dinamica dei fluidi perfetti. Equazioni di Eulero. Teorema di Bernoulli. Estensione del teorema di Bernoulli. Efflusso di liquidi in parete sottile.

Dinamica dei fluidi reali. Teorema di conservazione dell'energia. Teorema della quantità di moto. Spinte in condizioni dinamiche.

Teoria elementare delle macchine idrauliche.

Equazioni di Navier-Stokes. Fluidi viscosi. Filtrazione. Flussi turbolenti. Condotte in pressione. Canali in moto uniforme permanente. Condizione di moto vario senza e con effetti di propagazione (colpo d'ariete).

BIBLIOGRAFIA

Ghetti, *Idraulica*, Cortina, Padova, 1990.

Citrini, Nosedà, *Idraulica*, CEA, Milano, 1987.

R 4600 Scienza delle costruzioni

Anno:periodo 3:1 Impegno (ore): lezioni 52 esercitazioni 52 (settimanali 4/4)

Prof. Franco Algotino (Ing. strutturale)

Il corso pone le basi per lo studio del corpo deformabile.

Imposta il problema del corpo elastico e presenta la soluzione del problema di Saint Venant. Vengono studiate principalmente strutture monodimensionali (travi e sistemi di travi).

Si imposta infine il problema della stabilità e della non linearità, con trattazione della teoria di Eulero. Oltre alla impostazione teorica ed analitica dei problemi strutturali, particolare riguardo viene dato alle soluzioni ottenute mediante procedimenti numerici.

REQUISITI. Statica nel piano e nello spazio, geometria delle aree, analisi matematica, calcolo numerico.

PROGRAMMA

Richiami di statica e geometria delle aree.

Analisi dello stato di deformazione: componenti della deformazione, deformazioni principali, equazioni di congruenza.

Analisi dello stato di tensione: equazioni di equilibrio, cerchi di Mohr, tensioni principali.

Equazione dei lavori virtuali. Teoremi energetici.

Leggi costitutive del materiale. Il corpo elastico: la legge di Hooke. Tensioni ideali, limiti di resistenza.

Il problema di Saint Venant: impostazione generale del problema, flessione deviata, torsione, taglio.

Il principio di Saint Venant: teoria delle travi.

Travature piane caricate nel loro piano e caricate trasversalmente. Travature spaziali.

Calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti in travature isostatiche ed iperstatiche.

Problemi non lineari con grandi deformazioni. Fenomeni di instabilità. L'asta caricata di punta: teoria di Eulero, l'asta oltre il limite elastico.

ESERCITAZIONI.

Gli allievi, in gruppi, guidati dal docente, risolvono problemi concreti, ed eseguono elaborati servendosi di *personal computers*.

BIBLIOGRAFIA.

P. Cicala, *Scienza delle costruzioni, vol. 1 e 2*, Levrotto & Bella, Torino, 1984.

G. Faraggiana, A.M. Sassi Perino, *Applicazioni di scienza delle costruzioni*, Levrotto & Bella, Torino, 1986.

R 0020 **Acquedotti e fognature**

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 55 esercitazioni 40 (settimanali 4/4)

Prof. Mario Quaglia (Idraulica, trasporti e infrastrutture civili)

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

Il corso si articola in lezioni, esercitazioni e visite di istruzione.

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

PROGRAMMA

Acquedotti.

Requisiti di potabilità delle acque: normativa vigente. Fonti di approvvigionamento. Acque sotterranee: circolazione dell'acqua nel sottosuolo. Acque superficiali: regime delle portate, regolazione dei deflussi. Opere di captazione: da sorgenti, da pozzi, da corsi d'acqua. Fabbisogni idrici: dotazioni unitarie. Schemi di acquedotto. Criteri di progettazione per condotte, serbatoi di compenso, reti idriche di distribuzione. Impianti interni agli edifici. Trattamenti di potabilizzazione delle acque.

Fognature.

Caratteristiche degli effluenti urbani. Sistemi di fognatura. Tipi di spechi. Valutazione di: afflussi acque reflue, afflussi pluviali, regime delle precipitazioni. Progetto e verifica delle reti fognarie: metodo del volume di invaso, metodo cinematico. Impianti interni agli edifici.

Tecniche di trattamento delle acque reflue.

Parametri fisico-chimici e biologici dell'inquinamento. Autodepurazione delle acque superficiali. Tecnologie dei trattamenti di depurazione dei liquami. Tecnologie dei trattamenti dei fanghi di risulta.

Uso e gestione delle acque.

Programmazione territoriale delle risorse idriche, bilancio idrico, classificazione dei corpi idrici. Problemi di gestione delle acque e di ottimizzazione delle utilizzazioni, organizzazione di bacino.

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni riguardano: progetti di acquedotto, di fognatura ed impianto di depurazione dei reflui civili.

BIBLIOGRAFIA

G. Supino, *Le reti idrauliche*, Patron, 1965.

F. Arredi, *Costruzioni idrauliche*, UTET.

F. Frega, *Lezioni di acquedotti e fognature*, Liguori.

V. Vismara, *Depurazione biologica*, Hoepli.

R 0214 **Analisi e riconoscimento dei minerali**

(Corso ridotto, 1/2 annualità)

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 25 esercitazioni 12 laboratori 13 (settimanali 2/2)

Docente da nominare (Georisorse e territorio)

Il corso si propone di fornire all'allievo la conoscenza dei principali metodi di analisi mineralogica e chimica, allo scopo di metterlo in grado di giudicare quale dei metodi

sia più opportuno per fare eseguire singole determinazioni, sia ai fini della prospezione mineraria, sia a quella dei controlli dei minerali.

PROGRAMMA

Introduzione. L'analisi dei minerali come mezzo per la prospezione geomineraria. Rapporti tra la composizione chimica in una roccia ed in un campione minerario.

Analisi mineralogica qualitativa. Riconoscimento microscopico e diffrattometrico dei minerali.

Analisi mineralogica quantitativa. Analisi ottica specialistica. Metodo diffrattometrico.

Analisi modale per via microscopica e microanalitica. Rapporto tra i risultati dell'analisi mineralogica e quelli dell'analisi chimica; loro interpretazione geologico-mineraria ai fini della prospezione.

Analisi strumentale. Metodi spettrofotometrici per assorbimento. Metodi spettrofotometrici per emissione. Metodi roentgenspettrografici. Microanalisi elettronica e ionica. Cenni ad altri metodi.

Elaborazione e presentazione dei dati.

BIBLIOGRAFIA

Zussman (ed.), *Physical methods in determinative mineralogy*, Longman, London.

Deer, Howie, Zussman, *An introduction to the rock-forming minerals*, Longman, London.

R 0290 Applicazione industriali elettriche

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 80 esercitazioni 20 laboratori 4 (settimanali 6/2)

Prof. Mario Lazzari (Ing. elettrica industriali)

Nel corso vengono illustrati e trattati sia gli aspetti applicativi e funzionali, sia i criteri di scelta dei principali dispositivi elettrici usati nel campo industriale e della trazione elettrica. Una parte del corso è inoltre dedicata agli aspetti della sicurezza elettrica nelle utilizzazioni in bassa tensione.

PROGRAMMA

Conversione statica dell'energia elettrica.

Conversione *ca-cc*, *cc-cc*, *cc-ca*. Principali applicazioni in campo industriale e di trazione. Criteri di scelta di strutture e limiti di impiego.

Conversione elettromeccanica dell'energia elettrica.

Illustrazione del funzionamento, delle applicazioni e dei criteri di scelta di motori elettrici. Motori in *cc* per assi, per mandrini, per trazione. Motori asincroni con alimentazione da rete industriale e con alimentazione a frequenza variabile. Motori sincroni e sistemi *brushless*.

Cenni sui principali azionamenti utilizzati industrialmente.

Impiantistica elettrica industriale in bassa tensione.

Cabine di distribuzione in BT, trasformatori trifase. Correnti normali e di guasto di un impianto elettrico. Interruzione della corrente elettrica: dispositivi elettromeccanici e valvole fusibili.

Problemi inerenti la sicurezza elettrica: normative; impianti di terra; interruttori differenziali.

ESERCITAZIONI. Nelle esercitazioni verranno sviluppati calcoli inerenti particolari applicazioni descritte nelle lezioni. Sono previste visite alla Sala macchine del Dipartimento di Ingegneria elettrica industriale.

R 0330 Architettura tecnica

Anno: periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 60 (settimanali 4/4)

Prof. Angelo Lucchini (Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)

Il corso è finalizzato a fornire elementi metodologici e culturali indirizzati all'architettura e all'edilizia, attraverso informazioni di carattere tecnico, scientifico e antologico (definizioni, classificazioni, norme, metodologia della progettazione ambientale e tecnologica, analisi dei principali sottosistemi tecnologici, esame di casi esemplari).

Il corso avvia al conseguimento delle capacità selettive e sintetiche necessarie alla definizione e al controllo della qualità ambientale e tecnologica degli interventi edilizi. Particolare attenzione viene posta all'applicazione pratica dell'apparato teorico fornito, mediante risoluzione di semplici temi progettuali.

REQUISITI. *Disegno.*

PROGRAMMA

Concetti base della disciplina e nozioni guida: il processo edilizio: dalla promozione alla gestione degli interventi, i sistemi edilizi e le loro articolazioni, i rapporti con il contesto, il concetto di qualità in edilizia.

Elementi fondamentali dei caratteri distributivi degli edifici: concetti di tipo e di tipologia, l'analisi tipologica e il rapporto con il contesto, il rapporto tradizione-innovazione e le sue componenti socio economiche, il rapporto tipologia-tecnologia.

La residenza e la sua evoluzione tipologica. Altre tipologie fondamentali di riferimento. Introduzione alla metodologia della progettazione: la teoria della qualità in edilizia; i concetti base: concetti di esigenza, di requisito, di prestazione.

Primi riferimenti alle componenti della progettazione edilizia: progettazione funzionale spaziale, ambientale, tecnologica.

Strumenti e tecniche di supporto alla progettazione e alla produzione edilizia: la normativa qualitativa, il controllo della qualità.

Metodologia della progettazione: l'attività di analisi: requisiti ambientali, prestazioni ambientali, prestazioni tecnologiche, progettazione funzionale spaziale, analisi dei problemi, esigenze di razionalizzazione, analisi funzionale, analisi delle attività dell'utenza, il programma prestazionale.

La trasposizione delle prestazioni ambientali in prestazioni tecnologiche: il benessere igrotermico invernale ed estivo, il benessere luminoso, il benessere acustico, la sicurezza al fuoco.

Il controllo della durata, la manutenzione programmata, la patologia edilizia.

I principali sottosistemi tecnologici edilizi: le strutture, le coperture, le chiusure opache, le chiusure trasparenti, le partizioni interne.

ESERCITAZIONI

Gli allievi singolarmente ed in gruppi ristretti, guidati dal docente, affrontano approfondimenti concreti ed eseguono elaborati progettuali.

BIBLIOGRAFIA

Il materiale didattico viene messo a disposizione degli allievi attraverso una specifica documentazione annualmente aggiornata e completa di riferimenti bibliografici.

R 0345 Arte mineraria + Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva (Corso integrato)

Anno:periodo 4:2 Impegno (ore): lezioni 65 esercitazioni 33 laboratori 12 (settimanali 5/3)

Docente da nominare (Georisorse e territorio)

Il corso ha per oggetto lo studio delle strutture dell'attività estrattiva, delle sue fasi produttive e delle problematiche connesse con gli aspetti di sicurezza.

Il corso ha lo scopo di fornire le conoscenze tecniche per la razionale programmazione, progettazione e conduzione dei singoli lavori di scavo e del complesso delle fasi di coltivazione di cave e miniere, approfondendo parallelamente gli aspetti normativi e di sicurezza connessi con tali operazioni.

Il corso si svolge con lezioni ed esercitazioni pratiche in cantiere ed in laboratorio.

PROGRAMMA

Caratteri generali dell'industria mineraria, le strutture dell'attività estrattiva e le sue fasi produttive: ricerca, coltivazione, valorizzazione; aspetti geo-giacimentologici, economici, legislativi.

Organizzazione, metodologie esecutive e linee di progettazione di scavi in sotterraneo (gallerie, pozzi ed altre vie sotterranee, camere di coltivazione mineraria) e delle opere di sostegno.

Metodi di coltivazione in sotterraneo con accesso dell'uomo (criteri di scelta, metodo per vuoti, metodo per ripiena, metodi per/con frana). Metodi di coltivazione in sotterraneo senza accesso dell'uomo.

Metodi di coltivazione a giorno.

Organizzazione delle operazioni produttive nei cantieri minerari. Progettazione di miniere con metodi *computer*-assistiti.

Impatto con l'ambiente: criteri e tecniche di recupero ambientale, possibile riuso dei vuoti.

La normativa in materia di sicurezza del lavoro e di difesa ambientale per l'attività estrattiva.

Problematiche infortunistiche: analisi delle cause dirette ed indirette di infortunio, mezzi e tecniche di prevenzione, valutazioni statistiche del fenomeno infortunistico.

Problemi di inquinamento ambientale nel luogo di lavoro: misura, valutazione del rischio di danno, prevenzione e protezione per i principali agenti inquinanti (rumore, vibrazioni, polveri, gas). Analisi delle condizioni di rischio di danno e disturbo nei confronti di terzi derivanti da immissioni nell'ambiente esterno (rilevamento, raffronto con i limiti normali, tecniche di riduzione delle immissioni).

ESERCITAZIONI

Progetto di armature e rivestimenti per gallerie, pozzi e cantieri di coltivazione. Scelta e programmazione di metodi di coltivazione a giorno e in sotterraneo. Dimensionamento di cantieri di coltivazione. Analisi della normativa mineraria. Analisi di un infortunio.

LABORATORI

Laboratorio di microclima ed inquinanti chimici e fisici (misure di rumore, di polveri, di vibrazioni). Visite tecniche a coltivazioni minerarie.

R 0580 Cartografia numerica

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 40 laboratori 20 (settimanali 4/4)

Prof. Giuliano Comoglio (Georisorse e territorio)

Il corso si propone di fornire le nozioni teoriche e pratiche che consentano di affinare le tecniche topografiche del rilievo e della rappresentazione cartografica finalizzate al rilievo del territorio interessato dalle opere di ingegneria civile.

REQUISITI. *Fondamenti di informatica, Calcolo numerico, Topografia.*

PROGRAMMA

Fondamenti di teoria delle osservazioni. Le variabili casuali a due dimensioni. Varianza e covarianza. Osservazioni indirette.

Moduli di deformazione. Equazioni differenziali delle rappresentazioni conformi. Cartografia di Gauss. Cartografia ufficiale italiana.

La cartografia numerica. Il concetto di scala. Tecniche di formazione. Strumentazioni. Strutturazione dei dati. Capitolati e disciplinari di collaudo.

Strumentazione topografica di precisione. Strumenti speciali: tecniche di posizionamento satellitare (GPS).

Calcolo generalizzato di reti planoaltimetriche. Misure dei piccoli spostamenti orizzontali e verticali finalizzate al controllo di grandi strutture. Tracciamenti planoaltimetrici di precisione.

ESERCITAZIONI

Descrizione ed uso pratico di strumenti topografici di precisione e strumentazione speciale. Stesura di programmi per il trattamento generalizzato delle misure e loro compensazione. Acquisizione e gestione di dati territoriali.

LABORATORI

Laboratorio di CAD cartografico.

BIBLIOGRAFIA

Inghilleri, *Topografia generale*, UTET, 1974.

R 0600 Cave e recupero ambientale

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 40 esercitazioni 60 (settimanali 4/4)

Prof. Mauro Fornaro (Georisorse e territorio)

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per la corretta progettazione di una cava ed il suo razionale inserimento territoriale. Gli elementi essenziali di ingegneria degli scavi vengono forniti nell'ambito del corso stesso.

PROGRAMMA

Richiami di tecnica degli scavi delle rocce e dei terreni. Esami delle diverse tipologie di cava, sia per morfologia di giacimento sia per natura e caratteristiche dei materiali estratti.

Calcolo delle cubature dei depositi e previsioni produttive. Tracciamento degli accessi e preparazione dei cantieri. Disegno dei fronti di scavo in fase di coltivazione e di abbandono.

Definizione dei cicli produttivi – abbattimento, carico e trasporto – dei materiali di cava. Gli aspetti pianificatori dell'attività estrattiva di cava.

I vincoli territoriali e gli strumenti urbanistici.

Le leggi vigenti in ambito nazionale e regionale delegato.

Gli aspetti ambientali delle cave e gli impatti dell'attività. I criteri di valutazione e le tecniche di mitigazione. I principi del recupero ambientale dei siti di cava: la stabilità, la sistemazione del suolo, il ripristino, il riuso. Analisi dei costi di coltivazione e di recupero.

I computi delle garanzie fidejussorie previste dalla legislazione.

ESERCITAZIONI. È previsto lo sviluppo completo di un progetto di cava, sulla base di dati reali raccolti sul campo, e la redazione degli elaborati di corredo. Vengono svolte viste tecniche a cave della regione.

BIBLIOGRAFIA

R. Mancini, M. Fornaro, M. Patrucco, *Tecnica degli scavi e dei sondaggi*, 3 v., CELID. *Discariche, cave, miniere ed aree difficili*, Pirola, Milano.

R 0660 Chimica industriale

Anno:periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 28 laboratori 20 (settimanali 5/2)

Prof. Giuseppe Genon (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso intende sviluppare i principali aspetti operativi e di bilancio attraverso cui viene definito un qualunque processo tecnologico industriale. Vengono trattati gli aspetti termodinamici, le operazioni unitarie di separazione e trasferimento, le considerazioni cinetiche; particolare spazio viene dato a valutazioni inerenti l'interazione con l'ambiente esterno, il bilancio energetico globale, la produzione ed il riutilizzo di sottoprodotti e rifiuti.

PROGRAMMA

Aspetti termodinamici, cinetici e chimico-fisici delle reazioni chimiche; equilibrio; reversibilità ed irreversibilità; sviluppo ed assorbimento di calore; velocità delle reazioni chimiche e parametri influenti. Bilanci di materia e di energia; resa di una reazione chimica; generazione, trasformazione e riutilizzo di sottoprodotti e prodotti di rifiuto.

Processi di trasporto di materia, di calore, di quantità di moto.

Processi di separazione e trasferimento interfase. Sistemi a stadi e continui: distillazione, assorbimento e desorbimento, adsorbimento, scambio ionico, eluizione.

Sedimentazione, filtrazione, precipitazione, flottazione, coagulazione e flocculazione.

Schema generale di un processo industriale: stoccaggio ed alimentazione delle materie prime; reazione; purificazione e separazione dei prodotti principali dai sottoprodotti, immagazzinamento; formazione di reflui liquidi e gassosi. Fabbisogno ed utilizzo dell'energia, termica ed elettrica.

ESERCITAZIONI. Nelle esercitazioni in aula vengono illustrati con esempi numerici gli schemi processistici oggetto delle lezioni.

LABORATORI. È prevista l'esecuzione di alcune esercitazioni di laboratorio, dirette a verificare sperimentalmente la descrizione matematica dei fenomeni.

BIBLIOGRAFIA

- Hougen, Watson, Ragatz, *Chemical process principles*, Wiley, 1959.
 Natta, Pasquon, *Principi della chimica industriale*, CLUP, 1978, 1985.
 Treybal, *Mass transfer operations*, McGraw-Hill, 1955.

R 0790 Composizione urbanistica

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 52 esercitazioni 52 (settimanali 4/4)

Prof. Giovanni Picco (Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)

Il corso si propone di fornire agli studenti una chiave di interpretazione critica dei metodi e degli strumenti per la progettazione urbanistica a diverse scale di intervento. Le lezioni analizzano realizzazioni ed esempi di progettazione urbanistica, con riferimenti storico-critici essenziali alla comprensione delle tematiche generali e particolari. Particolare attenzione è riservata alla creatività ed al contributo del pensiero e teoria degli utopisti, come matrici dell'evoluzione e formazione di una "cultura" urbanistica. Il "progetto urbanistico" come prodotto congruente al governo ed al protagonismo della società moderna; la omologazione della progettazione architettonica alla pianificazione "organica"; la qualità degli insediamenti e la qualità di vita; il recupero dell'ambiente urbano degradato, dei centri storici ed il riuso degli insediamenti "obsoleti". Nozioni ed approcci al tema metodologico della composizione urbanistica.

ESERCITAZIONI

Affronteranno tre filoni:

- i piani a carattere territoriale, ove si individuano strategie ed obiettivi, con attenzione ai caratteri geo-morfologici come matrici e componenti significative delle trasformazioni e dello sviluppo;
- i progetti di riorganizzazione od integrazione di strutture urbane esistenti, in presenza di riusi e ristrutturazioni di insediamenti, quartieri, settori urbani, ecc.;
- il meta-progetto come verifica di fattibilità e di coerenza al contesto od ambito nel quale è previsto un insediamento.

Gli studenti svolgeranno durante il corso tre temi, concordati con i docenti, per i quali siano riconoscibili le suddette "scale d'intervento progettuali".

R 0820 Consolidamento dei terreni

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 40 (settimanali 6/2)

Prof. Vito Ghionna (Georisorse e territorio)

Il corso affronta il tema del consolidamento dei terreni alla luce delle principali applicazioni dell'ingegneria geotecnica. Oltre alla presentazione delle diverse tecniche di intervento, il corso si prefigge di fornire strumenti per la scelta, l'analisi e la progetta-

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

PROGRAMMA

La parte introduttiva del corso è dedicata ad una presentazione delle diverse tecniche di consolidamento e delle relative problematiche.

Nella seconda parte sono sviluppati in dettaglio alcuni tra i temi di maggior interesse ed in particolare:

- l'uso di tiranti, chiodi e bulloni per il sostegno delle pareti di scavo;
- l'adozione di inclusioni rigide e flessibili come elementi di rinforzo (terra armata, *soil nailing*, reticoli di micropali);
- il consolidamento dei terreni tramite iniezioni;
- i trattamenti colonnari (*jet-grouting*, miscelazioni in posto, colonne di ghiaia);
- la sostituzione dei diaframmi di tenuta e di impermeabilizzazione (diaframmi plastici, manti in conglomerato bituminoso, geomembrane).

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni riguardano due progetti di interventi relativi a problemi particolari di ingegneria geotecnica.

BIBLIOGRAFIA

Appunti distribuiti nelle lezioni con riferimenti bibliografici specifici.

Atti del seminario su Consolidamento di terreni e rocce in posto nella ingegneria civile, Collegio Ingegneri di Milano e Gruppo Lombardo Italia Nord-Ovest nell'Associazione Geotecnica Italiana, Stresa, 26-27 maggio 1978.

Van Impe, *Soil improvement techniques and their evolution*, Balkema, Rotterdam, 1989.

R 0930 Costruzione di gallerie

Anno:periodo 4,5:2 Impegno (ore): lezioni 80 esercitazioni 30 (settimanali 6/2)

Prof. Nicola Innaurato (Georisorse e territorio)

Il corso ha il fine di fornire agli allievi ingegneri nozioni aggiornate sugli aspetti tecnici della costruzione di gallerie, sia in relazione ai problemi di abbattimento e di escavazione, sia in rapporto alla stabilità delle formazioni in cui le gallerie si sviluppano ed in rapporto ai sostegni oggi utilizzati.

PROGRAMMA

Classificazione delle gallerie in relazione alla loro destinazione; forma delle sezioni trasversali. Studi preliminari all'apertura di grandi gallerie; classificazione tecnica delle rocce ai fini della previsione dei carichi sui sostegni ed alla scelta dei metodi di scavo.

Metodi e mezzi di scavo in galleria: principi organizzativi del lavoro; scavo in rocce stabili; scavo in rocce instabili; scavo in rocce incoerenti ed acquifere. Scavo con macchine di abbattimento integrali od ad attacco localizzato.

Costruzione di gallerie in particolari situazioni: gallerie sottomarine e sottopassi di corsi d'acqua. Scudi tradizionali; scudi a contropressione di fluidi.

Costruzione di gallerie in sito urbano: problematiche particolari; scavo con metodi a cielo aperto; scavo a foro cieco.

Determinazione dei carichi agenti sui rivestimenti: metodi empirici; metodi che ricorrono a mezzi analitici o numerici.

Classificazione dei principali tipi di sostegno; loro tecnologia e principi di messa in opera. Loro calcolo.

Cenni sul consolidamento di rocce e terreni per l'apertura di grandi gallerie. I completamenti.

ESERCITAZIONI

Esemplificazione di studi preliminari all'apertura di grandi gallerie.

Esemplificazione del ciclo organizzativo nello scavo convenzionale.

Scavo con macchine: frese ad attacco puntuale ed attacco integrale.

Esemplificazioni del ciclo organizzativo nello scavo con macchine di terreni incoerenti ed acquiferi.

Calcolo dei carichi agenti sul rivestimento e dimensionamento per un caso concreto.

BIBLIOGRAFIA

K. Szechy, *The art of tunneling*, Akademiai Kiado, Budapest, 1986

B. Maidl, *Tunnel und Stollenbau*, vol. 1-2, Gluckauf, 1984.

B.N. Whittaker, P.C. Frith, *Tunnelling*, Institution of Mining and Metallurgy, London, 1990.

R 1000 Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti

Anno:periodo 4:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 56 (settimanali 4/4)

Prof. Carlo De Palma (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

Il corso ha una parte propedeutica che tratta argomenti di meccanica della locomozione e traffico relativa ai tre distinti settori (strade, ferrovie ed aeroporti). Successivamente vengono sviluppati elementi di progettazione geometrica e strutturale della sede stradale, ferroviaria e aeroportuale. Una particolare cura è data allo studio della geotecnica stradale e alla progettazione delle sovrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali.

PROGRAMMA

Meccanica della locomozione.

Elementi che influenzano la progettazione delle diverse infrastrutture di trasporto.

La strada ordinaria.

Considerazioni generali. Elementi di traffico. I gradi e gli aspetti della progettazione stradale. La progettazione delle strade extra-urbane ed urbane.

La strada ferrata.

Considerazioni generali. Elementi di traffico. La progettazione geometrica delle linee ordinarie e delle moderne linee ad alta velocità.

Aeroporti.

Considerazioni generali. La progettazione degli elementi strutturali (piste, raccordi, piazzali, ecc.) in base alla normativa ICAO.

Geotecnica stradale.

Considerazioni di base sulle caratteristiche delle terre e dei materiali che costituiscono il corpo stradale. Le prove di laboratorio. Lo studio della stabilità del corpo stradale.

Sovrastrutture.

Tipologia delle sovrastrutture stradali, ferroviarie ed aeroportuali. Lo studio ed il calcolo.

ESERCITAZIONI

Progetto di una strada e di un tronco ferroviario.

Verifica di una pavimentazione stradale di tipo flessibile e di tipo rigido.

Calcolo della stabilità di una scarpata.

Progetto e calcolo di pavimentazioni aeroportuali.

R 1002 Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti 2

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 56 (settimanali 4/4)

Prof. Gianfranco Capiluppi (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

Il corso sviluppa la parte applicativa del corso di *Costruzioni di strade, ferrovie ed aeroporti*. Si esaminano gli stadi di tensione nelle terre, la determinazione delle spinte attive e passive e i criteri di progettazione delle opere d'arte stradali e ferroviarie.

Il corso è destinato agli ingegneri che si occupano della costruzione delle infrastrutture del trasporto.

PROGRAMMA

Lo stato di tensione nel sottosuolo, l'equilibrio del masso indefinito, determinazione della spinta delle terre.

Tipologia delle opere di sostegno delle terre.

Progetto dei muri e delle spalle da ponte.

Le paratie e i diaframmi.

Le gallerie (tipologie).

Tipologie costruttive e criteri di progettazione delle opere d'arte (ponti, viadotti, gallerie) stradali e ferroviarie.

Esame e applicazione delle norme e regolamenti attualmente in vigore per il progetto delle opere d'arte stradali e ferroviarie.

ESERCITAZIONI

Progetto di uno svincolo autostradale.

Progetto di un sottopasso ferroviario.

Verifica di una spalla da ponte.

Progetto di un sovrappasso stradale.

Ponti a travata.

Pile di grande altezza.

R 1220 Dinamica degli inquinanti

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 56 esercitazioni 28 (settimanali 4/2)

Docente da nominare (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso prende in esame, sia da un punto di vista fisico, sia da quello della sua descrizione matematica, l'insieme dei fenomeni che interessano l'evoluzione di una qualunque sostanza, di origine industriale e non, la quale, immessa nell'ambiente naturale, ne modifichi le caratteristiche. Viene verificato l'impatto ambientale degli inquinanti di tipo chimico, con riferimento ai livelli di concentrazione ed alla persistenza nei vari comparti ambientali.

PROGRAMMA

Diffusione e trasporto di inquinanti aeriformi: modelli stocastici e modelli deterministici.

Chimica e fotochimica della troposfera: irradiazione solare; cinetica e meccanismi di radiazione.

Fenomeno delle piogge acide, genesi e diffusione.

Effetti degli inquinanti ubiquitari sui cicli elementari e sul clima; meccanismi di impatto sulla biosfera.

Dinamica degli inquinanti immessi in corpi idrici fluenti: autodepurazione; bilancio dell'ossigeno; reazioni chimiche e biochimiche interessanti il carico organico.

Meccanismi di eutrofizzazione e loro cause.

Penetrazione di inquinanti in mezzi porosi e semipermeabili; trasporto verso le falde acquifere; reazioni con il terreno.

Fenomeni di lisciviazione di rifiuti e sostanze residue immessi sul terreno.

Mineralizzazione; decomposizione; processi legati al compostaggio ed all'uso agricolo di sottoprodotti.

Smaltimento diretto in mare; effetti accidentali; spandimenti.

ESERCITAZIONI. Nelle esercitazioni in aula, svolte senza soluzione di continuità rispetto alle lezioni, saranno illustrati numericamente alcuni esempi di processi.

R 1360 Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche

Anno: periodo 5:1,2 Impegno (ore): lezioni 52 esercitazioni 10 (settimanali 4/1)

Prof. Luciano Orusa (Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)

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 attenzione 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.

R 1460 Economia applicata all'ingegneria

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 50 (settimanali 4/4)

Prof. Giovanni Badino (Georisorse e territorio)

Scopo del corso è quello di fornire al futuro ingegnere sia le conoscenze fondamentali per la comprensione degli eventi economici connessi con l'ambiente in cui dovrà operare, sia gli strumenti necessari per affrontare e risolvere i problemi di carattere economico-gestionale tipici della sua professione.

Le due parti in cui è suddiviso il programma di seguito riportato sono presentate nel corso in modo integrato e, cronologicamente, in parallelo; la parte B è oggetto prevalente delle esercitazioni.

PROGRAMMA

PARTE A

Introduzione. I rapporti tra economia e ingegneria nella gestione delle risorse fondamentali (materiali, energia, informazione) e nella questione ambientale.

La produzione, i suoi fattori e il suo costo

Il flusso dei beni e il sistema economico. Consumi e investimenti; valore aggiunto e prodotto lordo; contabilità nazionale; import-export; moneta e cambi; commercio internazionale; l'intervento dello Stato in campo economico.

L'impresa: strutture e organizzazione. Società di persone e società di capitali; la società per azioni, la Borsa valori.

Il sistema fiscale per l'economia dell'impresa. Imposte, tasse e contributi sociali.

Il deperimento dei beni e la sua contabilizzazione. Ammortamento tecnico e ammortamento fiscale.

La contabilità aziendale. Bilancio e contabilità industriale

Finanziamenti e investimenti. Obbligazioni, mutui, leasing, credito commerciale diretto e credito bancario.

Il mercato. Generalità; mercati reali; il mercato delle materie prime.

Il lavoro. Costo del lavoro; contratti collettivi, Statuto dei lavoratori.

PARTE B

Analisi statistica, calcolo combinatorio e calcolo delle probabilità per la trattazione dei problemi economici dell'ingegneria. La descrizione dei dati, distribuzioni statistiche distribuzioni di probabilità discrete e continue.

Analisi della regressione e della correlazione; analisi delle serie storiche; numeri indici.

Analisi energetica ed ecobalanci.

Elementi di matematica finanziaria.

Calcolo degli ammortamenti.

Criteri di valutazione degli investimenti.

Campionatura; controllo di qualità.

Modelli e simulazione per la risoluzione di problemi gestionali.

Analisi di sensibilità e analisi di rischio.

R 1520 Economia ed estimo civile

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 60 (settimanali 4/4)

Prof. Angelo Caruso (Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)

Il corso si propone di fornire gli strumenti necessari per la valutazione dei beni territoriali con riferimento alla loro produzione e utilizzazione. In prima analisi l'insegnamento intende approfondire le problematiche economiche concernenti la formazione del mercato edilizio ed illustrare gli elementi pertinenti alle diverse fasi del processo edilizio. Quindi l'insegnamento, dopo l'esposizione articolata degli elementi logici, teorici e metodologici della scienza estimativa, rivolge particolare attenzione alla valutazione e all'ottimizzazione delle scelte tecniche, nell'ambito della concezione, programmazione e realizzazione di interventi di formazione e trasformazione urbana e territoriale.

PROGRAMMA

Scienza economica e scienza estimativa.

Evoluzione della dottrina e della pratica estimativa.

Fonti economiche, giuridiche e tecniche dell'estimo.

La struttura del mercato edilizio.

Lineamenti di logica estimativa e principi dell'estimo.

Elementi di matematica finanziaria e di statistica.

Problematiche estimative dell'utilizzo pubblico e privato del territorio.

Tecniche per l'ottimizzazione di progetti, piani e programmi.

Valutazioni e strategie di conservazione dei beni culturali immobiliari.

Principi e basi della perequazione fondiaria.

Stime in tema di espropriazione per pubblica utilità, danni e diritti reali.

La consulenza tecnica d'ufficio e l'arbitrato.

La pratica estimativa nell'esercizio professionale dell'ingegnere in vista dell'integrazione europea.

ESERCITAZIONI. Valutazione dei costi di intervento. Perizie di stima. Analisi economiche di progetti edilizi nei diversi livelli di elaborazione.

BIBLIOGRAFIA

A. Caruso, *Giudizi di valore nell'esercizio professionale dell'architetto e dell'ingegnere edile*, Città Studi, Milano 1992.

A. Caruso, *Evoluzione della dottrina e della pratica estimativa nella cultura e nella scuola politecnica piemontese dagli ultimi decenni del secolo XVIII alla prima metà del secolo XX*, (Quaderno n. 13, Dipartimento di Ingegneria dei sistemi edilizi e territoriali del Politecnico di Torino), Torino, 1990.

G. Dandri, *Elementi di economia della progettazione edilizia*, EdilStampa, Roma, 1984.

L. Fabbri, *Estimo civile e urbano*, Medicea, Firenze, 1985.

R 1640 Elementi di ecologia

Anno:periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 30 (settimanali 5/2)

Prof. Alberto Quaglino (Georisorse e territorio)

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 a frontare con la giusta attenzione i problemi relativi alla gestione, conservazione e recupero dell'ambiente e delle sue risorse.

PROGRAMMA

ECOLOGIA GENERALE.

L'ecosistema come unità e la sua struttura. Catene e reti alimentari; livelli trofici. Le piramidi ecologiche. La magnificazione biologica. Ciclo della materia e flusso dell'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 popolazione umana. L'uomo come predatore: problemi di gestione delle risorse animali 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'agrosistema ed il sistema urbano. L'impatto dell'uomo sull'ambiente: alterazioni locali e globali.

ECOLOGIA APPLICATA.

Il concetto di inquinamento.

Inquinamento dell'aria.

Gli inquinanti atmosferici. Criteri ed indici di qualità. Effetti e danni dell'inquinamento atmosferico sulla natura umana. Effetto serra, effetto UV, deposizioni acide.

Inquinamento delle acque.

Criteri ed indici di qualità. L'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.

Ingegneria naturalistica.

ESERCITAZIONI

Visita ad una cava di gesso con coltivazione a cielo aperto e in sotterraneo, in corso di recupero.

Visita ad una discarica. Visita ad un'area boscata denudata a seguito di catastrofe naturale.

BIBLIOGRAFIA

Odum, *Principi di ecologia*, Piccin, 1988.

Marchetti, *Ecologia applicata*, Città Studi, 1993.

Vismara, *Ecologia applicata*, Hoepli, 1989.

R 1650 Elementi di geochimica applicata alla prospezione mineraria

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 55 esercitazioni 30 laboratori 15 (settimanali 4/3)

Prof. Franco Rodeghiero (Georisorse e territorio)

Il corso è inteso a far conoscere agli allievi quei principi fondamentali della geochimica che possono tornare loro utili nel trarre la sintesi interpretativa dei fenomeni giacimentologici constatati sul terreno e dei risultati conseguiti in laboratorio ed a metterli in grado di conoscere i metodi onde possano condurre ed interpretare le prospezioni geochimiche.

REQUISITI. *Giacimenti minerari.*

PROGRAMMA

Geochimica generale.

Richiamo delle nozioni relative alla composizione chimica del sistema solare ed alla struttura della Terra. Composizione della crosta terrestre, del mantello e del nucleo.

Classificazione geochimica degli elementi. Considerazioni sulle abbondanze degli elementi nella crosta terrestre e loro comportamento.

Cenni di cristallochimica.

Geochimica del processo magmatico e sedimentario. Cicli geochimici della materia inorganica e di alcuni elementi.

Cenni alla geochimica dell'atmosfera, dell'idrosfera e della biosfera.

Geochimica applicata alla prospezione.

Introduzione. La prospezione geochimica nella ricerca dei minerali metalliferi.

Dispersione primaria. Dispersione secondaria. Dispersione nei suoli residuali e nei suoli non residuali. Dispersione nei vegetali e nelle acque. Anomalie nei terreni residuali e trasportati.

Rilevamento geochimico dei suoli. Anomalie nelle acque naturali e nei sedimenti di drenaggio. Rilevamento geochimico nei terreni di drenaggio.

Metodi geochimici nella prospezione dei minerali. Organizzazione della prospezione ed interpretazione dei risultati. Limitazioni e cause di errore.

La prospezione geochimica nella ricerca degli idrocarburi.

BIBLIOGRAFIA

M. Fornaseri, *Lezioni di geochimica*, 1974, Roma.

C. D'Amico, *Lezioni di geochimica*, Pàtron, Bologna.

C. Granier, *Introduction à la prospection géochimique des gîtes métallifères*, Masson, 1973.

H.E. Hawkes, J.S. Webb, *Geochemistry in mineral exploration*, Harper, 1965, New York.

R 1794 Elettrotecnica

(Corso ridotto, 1/2 annualità)

Anno: periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 40 esercitazioni 10 (settimanali 6/2)

Docente da nominare (Ing. elettrica industriale)

Scopo del corso è fornire una metodologia per una corretta utilizzazione di macchine e impianti elettrici, che tenga conto dei problemi di sicurezza dell'operatore e

dell'impianto. A tal fine, esposti i fondamenti dell'analisi delle reti di bipoli in regime stazionario, sinusoidale permanente e transitorio, se ne mostra l'impiego nei modelli delle principali macchine e negli impianti di distribuzione dell'energia elettrica.

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

PROGRAMMA

Reti a costanti concentrate in regime stazionario e sinusoidale quasi stazionario, metodo simbolico.

Potenza istantanea, attiva, reattiva e apparente; teorema di Boucherot. Rifasamento. Cenni sugli strumenti di misura.

Trasformatori RC ed RL ad una costante di tempo.

Sistemi trifase simmetrici ed equilibrati: misure di potenza con inserzione Aron e rifasamento.

Campo di corrente stazionario: impianti di messa a terra e normative anti-infortunistiche, misure sugli impianti di terra. Dimensionamento e protezione delle condutture.

Circuiti magnetici. Perdite nei materiali ferromagnetici.

Trasformatori monofasi e trifasi. Macchine ad induzione.

Principio di funzionamento delle macchine a corrente continua.

BIBLIOGRAFIA

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

G. Fiorio, *Problemi di elettrotecnica*, CLUT, Torino.

R 1795 Elettrotecnica + Impianti minerari (Corso integrato)

Anno: periodo 4:2 Impegno (ore): lezioni 90 esercitazioni 20 laboratori 20 (settimanali 6/2/2)

Docente da nominare

Prof. Giulio Gecchele (Georisorse e territorio)

Scopo del corso è di fornire metodologie per un corretto progetto ed esercizio delle macchine e degli impianti utilizzati nell'industria estrattiva o nei lavori civili in genere. Vengono messi in evidenza gli aspetti connessi con l'impiego dell'energia elettrica. È quindi analizzato l'impiego di altre fonti di energia, vengono trattati gli impianti di trasporto, il microclima nell'ambiente di lavoro, l'educazione delle acque, l'illuminazione dei lavori sotterranei ed a giorno.

Il corso si svolge attraverso lezioni, esercitazioni, laboratori

PROGRAMMA

1. *Reti elettriche in regime stazionario e quasi stazionario.* Grandezze elettriche fondamentali nei sistemi a parametri concentrati (tensione, corrente, potenza elettrica) e loro proprietà. Potenza istantanea, attiva, reattiva, apparente. Rifasamento: cenni sugli strumenti di misura. Fenomeni transitori elementari. Sistemi trifasi: tipologia e caratteristiche.
2. *Elementi di macchine elettriche.* Trasformatori: principi di funzionamento, caratteristiche e loro identificazione, modalità costruttive e di impiego. Macchine ad induzione trifase: principi di funzionamento e caratteristiche. Avviamento e regolazione di velocità. Convertitori elettronici di potenza.
3. *Impianti elettrici in MT e BT.* Linee di distribuzione, cabine di trasformazione. Interruttori e apparecchi di protezione. Criteri di sicurezza elettrica. Controlli e misure sugli impianti.

4. *Altri tipi di energia.* Aria compressa, energia meccanica, comandi idraulici.
5. *Trasporti.* Elementi costruttivi, criteri di impiego degli impianti di trasporto continuo, su rotaia e su ruote gommate.
6. *Ventilazione.* Microclima dell'ambiente di lavoro, fattori inquinanti, impianti di ventilazione.
7. *Eduzione.* Difesa dalle acque nei cantieri, impianti di eduazione.
8. *Illuminazione.* Criteri di progettazione e di gestione degli impianti di illuminazione dei cantieri.

ESERCITAZIONI E LABORATORI. Le esercitazioni vertono sull'applicazione specifica della materia svolta a lezione e sull'analisi in aula e sul posto di impianti installati. I laboratori vertono sulla misura delle caratteristiche dei vari impianti.

R 1820 Energetica applicata

Anno: periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 78 esercitazioni 52 (settimanali 6/4)

Docente da nominare

Nel corso vengono esposti i principi termodinamici e fluidodinamici necessari ad una corretta comprensione del funzionamento delle macchine. Viene poi sviluppata l'analisi del funzionamento dei vari tipi di macchine (motrici ed operatrici) di più comune impiego, con l'approfondimento richiesto dall'obiettivo di preparare l'allievo ad essere, nella sua futura attività professionale, un utilizzatore accorto sia nella scelta delle macchine stesse, sia nel loro esercizio.

A questo scopo viene dato lo spazio necessario ai problemi di scelta, di installazione, di regolazione sia in sede di lezione, sia in sede di esercitazioni, dove vengono esemplificate le necessarie calcolazioni. Nelle lezioni saranno sviluppati i concetti mentre nelle esercitazioni verranno eseguite applicazioni numeriche su casi concreti.

REQUISITI. Sono necessari i concetti di meccanica contenuti nel corso di *Elementi di meccanica teorica ed applicata*. Verranno approfonditi, specie in sede di esercitazioni, i concetti termodinamici di base.

PROGRAMMA

Introduzione. Considerazioni generali sulle macchine motrici e operatrici a fluido. Classificazioni.

Richiami di termodinamica. Considerazioni generali sulle turbomacchine. Principi fluidodinamici e termodinamici. Studio delle trasformazioni ideali e reali nei condotti. Cicli e schemi di impianto a vapore, semplici, combinati, a ricupero, ad accumulo per produzione di energia e calore. Le turbine a vapore semplici e multiple, ad azione ed a reazione, assiali e radiali; regolazione; cenni costruttivi e problemi meccanici tipici.

La condensazione. Possibilità e mezzi. Condensatori a superfici e a miscela.

Compressori di gas. Turbocompressori. Studio del funzionamento e diagrammi caratteristici. Problemi di installazione. Regolazione. Ventilatori.

Compressori volumetrici alternativi e rotativi. Funzionamento. Regolazione.

Turbine a gas. Cicli termodinamici semplici e complessi. Organizzazione meccanica e regolazione.

Macchine idrauliche motrici ed operatrici. Turbine idrauliche tipiche.

Le pompe volumetriche e quelle centrifughe. Campi di impiego. Caratteristiche di funzionamento. Problemi di scelta e di installazione. La cavitazione. Trasmissioni idrauliche.

I motori alternativi a combustione interna. Studio dei cicli. Funzionamento dei motori ad accensione spontanea e comandata. La combustione. La regolazione.

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni sono sempre applicazioni numeriche a casi reali, dei concetti sviluppati a lezione, ed hanno lo scopo sia di migliorare la comprensione dei concetti, sia di dare gli ordini di grandezza.

BIBLIOGRAFIA

- A. Capetti, *Motori termici*, UTET, Torino.
 A. Capetti, *Compressori di gas*, Levrotto & Bella, Torino.
 A. Dadone, *Macchine idrauliche*, CLUT, Torino.
 A.E. Catania, *Complementi di esercizi di macchine*, Levrotto & Bella.
 A. Beccari, *Macchine*, CLUT, Torino

R 2010 Fisica dell'atmosfera

Anno:periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 80 esercitazioni 26 (settimanali 6/2)

Prof. Gaetano Ranieri (Georisorse e territorio)

Il corso vuole offrire un quadro dei fenomeni che determinano le trasformazioni e il moto di grande scala dell'atmosfera terrestre.

PROGRAMMA

1. Bilancio termico del pianeta.

Bilancio radiativo dell'atmosfera. Effetto serra. *Albedo* terrestre. Influenza dell'uomo (desertificazione).

2. Dinamica dell'atmosfera.

Equazioni del moto. Bilancio quasi geotrofico. Problema della previsione meteorologica. Processi dissipativi. Effetti dell'orografia e della distribuzione mare-terra (forzatura orografica e termica).

3. Ciclo idrologico.

Termodinamica dell'aria umida. Fisica delle nubi.

4. Dinamica dello strato limite atmosferico.

Teoria dello strato limite. Teoria della similarità.

5. Teoria del trasporto termico in atmosfera.

Termali. Moti organizzativi convettivi.

BIBLIOGRAFIA

- F.N. Frenkiel, P.A. Steppard (ed.), *Atmospheric diffusion and air pollution: proceedings, Oxford, 24-29/8/1958*, New York Acad. Press, 1959.
 F. Pasquill, F.B. Smith, *Atmospheric diffusion*, Ellis Horwood, 1983.

R 2090 Fluidodinamica ambientale

Anno:periodo 4:2 Impegno (ore): lezioni 72 (settimanali 6)

Prof. Claudio Cancelli (Ing. aeronautica e spaziale)

Materia del corso è la dinamica dei moti naturali dell'atmosfera e delle acque. Il corso è organizzato attorno ad un nucleo fisso, composto dalla teoria fondamentale dei moti fluidi, a cui si aggiunge una parte a carattere monografico che può esser variata di anno in anno. Elementi fondamentali del corso sono la genesi e l'evoluzione della vorticità,

la convezione naturale, la propagazione di onde, le caratteristiche dei flussi turbolenti con un particolare riguardo alla loro capacità di dispersione.

REQUISITI. I corsi di fisica e matematica del biennio.

PROGRAMMA

Le equazioni fondamentali dei moti di fluido.

Moti vorticosi: genesi ed evoluzione della vorticità.

Fluidi stratificati: instabilità statica, convezione naturale.

La dinamica della propagazione delle onde.

Moti turbolenti: aspetti di caos e ordine, descrizione statistica.

Moti naturali parzialmente turbolenti: la teoria dei getti e delle termiche.

Dispersione turbolenta: statistica di una classe di traiettorie, il processo di Wiener, il modello diffusivo, proprietà e limiti del modello.

Innalzamento degli effluenti gassosi.

Meccanismi di deposizione al suolo di particelle sospese.

BIBLIOGRAFIA

R.S. Scorer, *Environmental aerodynamics*, Ellis Horwood, Chichester, 1978.

D.J. Tritton, *Physical fluid dynamics*, Van Nostrand Reinhold, London, 1980.

R 2190 Fotogrammetria

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 30 laboratori 30 (settimanali 4/4)

Prof. Sergio Dequal (Georisorse e territorio)

Il corso fornisce il necessario approfondimento nelle moderne tecniche della fotogrammetria, ad integrazione dei cenni svolti nel corso fondamentale di topografia.

Affronta i temi più attuali dell'impostazione teorica analitica, della moderna strumentazione, delle applicazioni nei campi della cartografia, del rilievo dell'architettura, delle strutture civili ed industriali.

PROGRAMMA

Concetti generali.

L'uso metrico della fotografia, intesa come prospettiva centrale. Principi di funzionamento, terminologia.

Fondamenti analitici.

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 coplanarità. Soluzione analitica dei problemi fondamentali di orientamento: interno, relativo, assoluto, assoluto simultaneo di più modelli o di più fotogrammi singoli (triangolazione aerea).

Fotogrammetria aerea.

Camera da presa, piano di volo, restituzione, restituzione numerica, *editing* interattivo. Strumenti analitici. La cartografia a grande e grandissima scala: prescrizioni tecniche, capitolati, collaudi. Cartografia fotogrammetrica numerica. Triangolazione aerea. Uso del PC per la soluzione di problemi fotogrammetrici.

Fotogrammetria terrestre.

Tecniche di rilievo dei monumenti e degli oggetti vicini. Strumenti ed operazioni di presa e di appoggio. Strumenti di restituzione analitici semplificati. Cenni di foto-

grammetria digitale. Le banche dati per la descrizione e la catalogazione dei beni culturali. Esecuzione pratica di rilievo. Esempi.

L'ortoproiezione.

Principi analitici del raddrizzamento differenziato e dell'ortoproiezione digitale. Strumentazione analitica e digitale. Applicazioni nella cartografia e nel rilievo dell'architettura. Esecuzione pratica di acquisizione di un'immagine in forma digitale e produzione della relativa ortofoto.

R 2200 Fotogrammetria applicata

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 30 laboratori 30 (settimanali 4/2/2)

Prof. Carmelo Sena (Georisorse e territorio)

Il corso si inquadra tra le materie a carattere "topografico" anche se con struttura indipendente ed autosufficiente nei confronti di corsi affini. Ha lo scopo di offrire una panoramica completa ed aggiornata delle metodologie e delle apparecchiature atte ad ottenere rilievi fotogrammetrici per le applicazioni nei campi dell'ingegneria e dell'architettura (dai rilievi cartografici ai rilievi architettonici, ecc.). Ha l'obiettivo di fornire le basi operative, con un buon livello di approfondimento.

PROGRAMMA

a Parte introduttiva.

Concetti generali: principi geometrici ed analitici. Camere fotogrammetriche (con cenni alle camere fotografiche professionali). Tipi e caratteristiche delle ottiche e dei materiali fotografici usati. Calibrazione delle camere: orientamento interno. Orientamento esterno di una coppia di fotogrammi stereoscopici (relativo ed assoluto): struttura di un restitutore. Appoggio topografico a terra.

b Parte specifica

b1 Trattazione dei problemi di fotogrammetria aerea, con particolare riguardo alla costruzione di cartografia a grande e grandissima scala. Piani di volo. Operazione di restituzione. Analisi dei costi. Capitolati. Collaudi. Esempi applicativi.

b2 Trattazione dei problemi di *close range photogrammetry*, con particolare riguardo al rilievo di monumenti e di fotogrammetria terrestre. 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.

b3 Raddrizzamento e ortoproiezione: principi geometrici ed analitici. Ingranditori, raddrizzatori ed ortoproiettori analitici. Esempi di applicazione in cartografia e nel rilievo di monumenti.

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni, numeriche e pratiche, riguardano l'impostazione e l'esecuzione di rilievi, in particolare di monumenti.

BIBLIOGRAFIA

Astori, Solaini, *Fotogrammetria*, CLUP, Milano.

Manual of photogrammetry, American Society of Photogrammetry.

Manual of color aerial photography, American Society of Photogrammetry.

Handbook of non-topographic photogrammetry, American Society of Photogrammetry.

Selvini, *Principi di fotogrammetria*, CLUP, Milano.

R 2240 Geofisica applicata

Anno: periodo 3,5:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 60 (settimanali 4/4)

Prof. Gaetano Ranieri (Georisorse e territorio)

Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi ingegneri informazioni relative ai principali metodi di ricerca geofisica, con particolare riguardo alle loro applicazioni nel campo dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio (ricerche idrogeologiche, studio geomeccanico di rocce e terreni, ecc.); per ognuno dei metodi si illustrano sommariamente i principi fisici, i tipi di strumentazione, le tecniche di misura, di elaborazione e di interpretazione dei dati di campagna.

REQUISITI. Il corso non necessita di particolari nozioni propedeutiche, oltre a quelle fornite dai corsi del biennio.

PROGRAMMA

Metodo gravimetrico.

Principi fisici ed applicazioni. Caratteristiche del campo gravitazionale terrestre. Strumenti per la misura assoluta e relativa dell'accelerazione di gravità. Modalità di esecuzione dei rilievi gravimetrici. Correzione ed elaborazione dei dati. Interpretazione qualitativa e quantitativa delle anomalie di gravità.

Metodo magnetico.

Principi fisici ed applicazioni. Caratteristiche del campo magnetico terrestre. Strumenti per la misura assoluta e relativa del campo magnetico. Interpretazione qualitativa e quantitativa delle anomalie magnetiche. Sondaggi magnetici profondi.

Metodi geoelettrici.

Proprietà elettriche delle rocce e dei minerali. Distribuzione di una corrente elettrica nel sottosuolo. Metodi della resistività. Metodo dei potenziali naturali. Metodo tellurico e magneto-tellurico. Sondaggi elettrici profondi. Metodo della polarizzazione indotta.

Metodi elettromagnetici. Sondaggi elettromagnetici.

Metodi sismici.

Natura e caratteristiche delle onde elastiche. Propagazione delle onde elastiche. Metodo sismico a rifrazione. Metodi analitici e grafici di interpretazione. Metodo sismico a riflessione. Elaborazione ed interpretazione dei dati. Apparecchiature per rilievi sismici.

Sismologia. Parametri fisici e geometrici di un terremoto. Rischio sismico di un'area.

Geotermia.

Proprietà termiche delle rocce. Flusso di calore. Strumentazione. Modalità di misura.

Carotaggi geofisici.

Proprietà fisiche delle rocce interessate dalle misure in pozzo. Carotaggi elettrici, acustici, radioattivi e termici.

Metodi fisici di intervento sui terreni. Elettrogeosmosi, elettroforesi.

ESERCITAZIONI

Per ognuno dei capitoli sopra elencati vengono svolti: esercizi numerici, esame di strumentazioni, rilievi in campagna, elaborazione ed interpretazione di dati.

BIBLIOGRAFIA

S. Mares, *Introduction to applied geophysics*, Reidel, Boston, 1985.

W.M. Telford [et al.], *Applied geophysics*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1976.

Vengono inoltre fornite dispense preparate dal docente stesso.

R 2250 Geofisica mineraria

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 50 (settimanali 4/4)

Prof. Ernesto Armando (Georisorse e territorio)

Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi ingegneri informazioni relative ai principali metodi ricerca geofisica, con particolare riguardo alle loro applicazioni nel campo dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio (ricerche geominerarie ed idrogeologiche, studio geomeccanico di rocce e terreni ecc.).

PROGRAMMA

Metodo gravimetrico.

Caratteristiche del campo gravitazionale terrestre; strumenti di misura assoluta e relativa; modalità di esecuzione dei rilievi gravimetrici; correzione ed elaborazione dei dati; interpretazione delle anomalie di gravità.

Metodo magnetico.

Caratteristiche del campo magnetico terrestre; strumenti di misura assoluta e relativa; interpretazione delle anomalie magnetiche; sondaggi magnetici profondi.

Metodi geoelettrici.

Proprietà elettriche delle rocce e dei minerali; metodi della resistività; metodi dei potenziali naturali; metodo tellurico e magnetotellurico; sondaggi elettrici profondi; metodo della polarizzazione indotta; metodi elettromagnetici; sondaggi elettromagnetici.

Metodi sismici.

Natura e caratteristiche delle onde elastiche; propagazione delle onde elastiche; metodo sismico a rifrazione; metodo sismico a riflessione; apparecchiature per rilievi sismici. Geotermia. Metodi radiometrici. Carotaggi geofisici.

R 2281 Geologia applicata (ambientale)

Anno:periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 50 (settimanali 4/4)

Prof. Massimo Civita (Georisorse e territorio)

Il corso fornisce le nozioni propedeutiche di litologia, stratigrafia, geologia strutturale e rilevamento geologico-tecnico indispensabile per una buona comprensione della geologia applicata all'ingegneria per l'ambiente e il territorio.

Su tale piattaforma vengono sviluppati argomenti prettamente tecnico-ingegneristici, quali l'impiego di tecniche e metodi geofisici e geognostici per l'esplorazione del sottosuolo; le tecniche di miglioramento in sito delle caratteristiche tecniche di rocce e terreni; la geologia applicata alla progettazione delle infrastrutture di collegamento e degli invasi artificiali.

Un'ampia parte del corso è dedicata ai problemi di connessione tra le attività antropiche e le acque sotterranee, ai movimenti di massa ed alle implicazioni geologico-tecniche nella pianificazione e difesa dell'ambiente e nella protezione civile.

PROGRAMMA

Richiami sulla geodinamica interna ed esterna; i rischi geodinamici; la geologia strutturale e l'architettura della crosta; la genesi delle rocce; il modellamento del territorio.

Le tecniche di rilevamento e di telerilevamento geologico.

La cartografia tematica integrata dei fattori fisiografico-ambientali; lettura ed interpretazione delle cartografie; il sistema di cartografia tematica geo-territoriale e geo-ambientale; cartografia tradizionale e cartografia prodotta con i sistemi informativi; costruzione di una banca dati geoterritoriale.

Requisiti tecnici e relativi *test* sulle rocce come materiali da costruzione.

Esplorazione geologica del sottosuolo; la geofisica applicata alla individuazione delle diverse problematiche geologico-tecniche e geoambientali.

Miglioramento *in situ* di rocce e terreni; interventi migliorativi, preventivi e difensivi.

Studio, sfruttamento corretto e salvaguardia delle risorse idriche sotterranee; le acque sotterranee come risorsa e come fattore di pericolo nelle trasformazioni territoriali; le captazioni e la loro salvaguardia dall'inquinamento e dal sovrasfruttamento; problemi di subsidenza.

Problemi geologico-tecnici nella progettazione delle strutture di collegamento (strade, ferrovie, canali, condotte per fluidi), delle infrastrutture urbane e delle strutture portuali ed aeroportuali.

Problemi geologico-tecnici nello studio nella prevenzione e nella bonifica dei movimenti di massa; identificazione e classificazione dei dissesti; tecniche di analisi; previsione e prevenzione; il rischio idro-geologico e l'antropizzazione del territorio.

Problemi geologico-tecnici nella progettazione degli invasi artificiali; tipologie delle dighe; invasi multiuso; studio della tenuta dell'invaso; studio del corpo diga; rischi e impatti ambientali delle dighe; le dighe come elemento di miglioramento ambientale e di abbattimento del rischio idrologico.

Problemi geologico-tecnici nel corretto utilizzo del sottosuolo; studio geologico tecnico dei grandi scavi in sottosuolo; interazione con le acque sotterranee; impatto ambientale delle utilizzazioni e dello sfruttamento delle risorse del sottosuolo.

Contributi della geologia applicata alla valutazione dell'impatto ambientale delle grandi opere di trasformazione ed uso del territorio.

BIBLIOGRAFIA

F. Ippolito [et al.], *Geologia tecnica per ingegneri e geologi*, ISEDI, Torino.

M. Civita, *Classificazione tecnica e identificazione pratica dei movimenti franosi*, Levrotto & Bella, Torino.

F. Calvino, *Lezioni di litologia applicata*, CEDAM, Padova.

R 2282 Geologia applicata (tecnica)

Anno:periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 80 esercitazioni 25 (settimanali 6/2)

Prof. Giannantonio Bottino (Georisorse e territorio)

Il corso è espressamente finalizzato a fornire un'ampia conoscenza di nozioni geologico-applicative, indispensabili per un corretto uso delle tecniche ingegneristiche applicate alla difesa del suolo, alla geomeccanica ed allo scavo di opere in sottosuolo.

Il corso fornisce le nozioni propedeutiche di litologia, geologia e rilevamento geologico-tecnico indispensabili per una buona comprensione della geologia applicata all'ingegneria. Su queste premesse vengono sviluppati argomenti tecnici quali l'impiego di metodi geognostici per l'esplorazione del territorio, le tecniche di miglioramento *in situ* di rocce e terreni, la geologia applicata alla progettazione di infrastrutture di collegamento, delle fondazioni e degli invasi artificiali.

Un'altra parte del corso è dedicata ai problemi connessi con la presenza e lo sfruttamento delle acque sotterranee, ai fenomeni franosi ed alle implicazioni geologico-tecniche nella pianificazione del territorio e nella difesa dell'ambiente.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni, queste ultime sia in aula che pratiche sul terreno.

PROGRAMMA

Richiami sul ciclo geodinamico interno ed esterno, geologia stratigrafica e strutturale, genesi e classificazione delle rocce, geomorfologia.

Tecniche di rilevamento e telerilevamento geologico. Cartografia tematica dei fattori fisici del territorio, lettura ed interpretazione delle carte tematiche.

Caratterizzazione tecnologica delle rocce come materiali da costruzione.

Esplorazione geologica del sottosuolo, correlazione di dati di sondaggi, uso della geofisica nella prospezione geologica.

Miglioramento di rocce e terreni, metodologie e campi di applicazione delle diverse tecniche.

Nozioni di idrogeologia: caratteristiche degli acquiferi in mezzi porosi e rocce fratturate; le acque sotterranee come risorsa e come fattore di pericolo nelle trasformazioni territoriali; captazioni e problemi di subsidenza.

Aspetti geoapplicativi legati alla definizione dell'idoneità di siti per discariche.

Problemi geologico-tecnici nella progettazione di strutture di collegamento ed infrastrutture urbane.

Cenni sulla valutazione del rischio sismico.

Problemi geologico-tecnici applicati allo studio, prevenzione e bonifica dei fenomeni franosi e di intensa erosione, metodi di valutazione del rischio che le frane rappresentano per l'attività antropica.

Problemi geologico-tecnici nella progettazione degli invasi artificiali, tipologia delle dighe, studio della zona di imposta e dell'invaso, valutazione dei rischi e dell'impatto ambientale delle dighe.

Problemi geologico-tecnici relativi alle fondazioni: scelta dei diversi tipi in funzione delle caratteristiche dei terreni.

Problemi geologico-tecnici legati ai grandi scavi in sottosuolo, interazione con le acque sotterranee, impatto ambientale delle utilizzazioni e dello sfruttamento delle risorse del sottosuolo.

Contributi della geologia applicata alla valutazione dell'impatto ambientale delle grandi opere di trasformazione ed uso del territorio.

R 2283 Geologia applicata (territoriale)

Anno: periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 80 esercitazioni 25 (settimanali 6/2)

Prof. Giampiero Barisone (Georisorse e territorio)

Il corso, per cui si ritiene propedeutica una proficua frequenza di *Topografia*, *Scienza delle costruzioni* e *Idraulica*, inizia col fornire agli allievi le nozioni di mineralogia, litologia e geologia necessarie per il successivo sviluppo della *Geologia applicata all'ingegneria*. Nell'ambito di quest'ultima verranno fornite le conoscenze geologico-applicative di base necessarie per una corretta comprensione delle problematiche ingegneristiche in seguito sviluppare, specie dal punto di vista quantitativo, nei corsi specialistici.

PROGRAMMA

Nella parte introduttiva verranno schematicamente fornite le nozioni indispensabili per un inquadramento della crosta terrestre e dei suoi costituenti fondamentali, le rocce, dal punto di vista dell'ingegnere destinato ad operare con tali materiali.

Nella parte centrale verranno illustrate, essenzialmente da un punto di vista qualitativo, le problematiche connesse ai principali settori di intervento dell'ingegnere: caratterizzazione di rocce e terreni e loro miglioramento *in situ*, falde acquifere, fondazioni, grandi infrastrutture (strade, ferrovie, invasi artificiali), fenomeni franosi.

Nell'ultima parte del corso, infine, verranno sviluppati gli aspetti geologico-applicativi collegati alla pianificazione territoriale ed al corretto uso del territorio.

ESERCITAZIONI. Verteranno prevalentemente sulla esemplificazione pratica, basata su casi reali, di quanto illustrato durante le lezioni.

BIBLIOGRAFIA

- F. Ippolito [et al.], *Geologia tecnica*, ISEDI, Torino.
 M. Civita, *Classificazione tecnica e identificazione pratica dei movimenti franosi*, Levrotto & Bella, Torino.
 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.
 P.H. Rahn, *Engineering geology: an environmental approach*, Elsevier, New York.

R 2340 Geotecnica

Anno:periodo 4,5:2 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 60 (settimanali 5/3)

Prof. Michele Jamiolkowski (Ing. strutturale)

Il corso si propone di fornire allo studente le basi teoriche e sperimentali per l'analisi dei problemi di ingegneria civile nei quali il terreno interviene come materiale di fondazione o materiale da costruzione. Durante il corso viene studiato il comportamento sforzi-deformazioni-tempo e la resistenza al taglio dei terreni.

Il corso è da ritenersi propedeutico a quello di *Geotecnica 2* nell'ambito del quale vengono affrontati i problemi di ingegneria delle fondazioni.

PROGRAMMA

Nella prima parte del corso vengono presi in esame i seguenti problemi: la natura e le caratteristiche dei terreni sciolti, gli stati tensionali dovuti al peso proprio e quelli indotti dai sovraccarichi, flusso stazionario e transitorio dell'acqua interstiziale, inclusi i fenomeni di consolidamento.

La seconda parte è dedicata alla determinazione sperimentale delle caratteristiche sforzi-deformazioni-tempo e di resistenza attraverso le prove di laboratorio e quelle in sito, nonché all'inquadramento dei risultati ottenuti alla luce di alcune leggi di comportamento semplici (e.g. elasticità lineare e non-lineare, plasticità perfetta e con incrudimento isotropo).

Infine, nella terza parte del corso le nozioni acquisite precedentemente vengono utilizzate per la risoluzione di alcuni problemi al fine di più immediato interesse applicativo come il calcolo delle spinte agenti sulle opere di sostegno, determinazione della capacità portante e valutazione dei cedimenti nel caso di fondazioni superficiali.

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni comprendono esempi di interpretazione delle prove sperimentali nonché esempi di calcolo relativi a problemi al finito.

BIBLIOGRAFIA

- R. Lancellotta, *Geotecnica*, Zanichelli.

R 2414 Gestione delle aziende estrattive

(Corso ridotto, 1/2 annualità)

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 30 esercitazioni 20 (settimanali 3/2)

Prof. Mario Pinzari (Georisorse e territorio)

Il corso ha lo scopo di illustrare la problematica generale e i principali strumenti della gestione economica delle aziende estrattive.

A tal fine, nella prima parte fornisce i necessari approfondimenti dei temi peculiari di economia mineraria, con particolare riguardo alla gestione dei rapporti fra le aziende estrattive e il resto del sistema socio-economico.

Nella seconda parte il corso illustra le caratteristiche strutturali e organizzative dell'azienda estrattiva singola, nonché le principali tecniche di gestione economiche della stessa.

PROGRAMMA

a) *Economia mineraria.*

L'economia delle materie prime: sue peculiarità nel contesto delle discipline economiche. L'economia mineraria nel sistema economico nazionale. Il problema dell'approvvigionamento delle materie prime minerarie; politiche minerarie. Il mercato internazionale delle materie prime minerarie. Il diritto fiscale in campo minerario e i suoi riflessi sull'attività estrattiva. Attività estrattiva, territorio e ambiente.

b) *Gestione dell'azienda singola.*

L'azienda mineraria: struttura e organizzazione. La gestione economico-finanziaria dell'azienda. La gestione del fattore uomo nell'azienda mineraria.

Tecniche gestionali.

Gestione delle riserve: trattamento statistico dei dati della campionatura; applicazione della teoria della stima.

Tecniche di analisi economico-finanziaria: applicazioni minerarie di metodi di valutazione degli investimenti; problemi di valutazione e scelta di investimenti in condizioni di incertezza.

Applicazioni minerarie del metodo della ricerca operativa: problemi di programmazione lineare e di simulazione. Problemi di coordinamento.

ESERCITAZIONI. Svolte sia a gruppi che individualmente, verteranno su ricerche di carattere statistico e sull'analisi di casi e di argomenti di specifico interesse dell'allievo.

R 2480 Giacimenti minerari

Anno: periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 76 esercitazioni 30 laboratori 12 (settimanali 6/3)

Docente da nominare (Georisorse e territorio)

PRESENTAZIONE

Con questo insegnamento ci si propone di fornire le conoscenze di base e di dettaglio sulle formazioni e sui corpi geologici utili e sui relativi materiali (minerali metallici e litoidi, carboni, idrocarburi), con riguardo all'illustrazione degli ambienti geologici tipici di ricorrenza, dei caratteri morfologici, giaciturali, tessiturali e strutturali, della costituzioni mineralogica e litologica, della genesi, dei requisiti tecnici ed economici dei materiali e dei loro usi.

REQUISITI. *Chimica, Mineralogia e petrografia, Litologia e geologia.*

PROGRAMMA

Definizione di un giacimento minerario; usi ed importanza economica delle materie prime minerali. Coltivabilità di un giacimento e fattori che la influenzano; valori, tenori; sottoprodotti. Miniere e cave; caratteri distintivi e relativi minerali e rocce utili. Classificazioni varie dei giacimenti minerari e loro significato. I giacimenti minerari come anomalie geochemiche. Cenni di geochemica generale, speciale, applicata.

Risvolti tecnologici per la conoscenza e valorizzazione dei giacimenti. Classificazione geologico-genetica. Giacimenti formati nella litosfera ed alla superficie della litosfera. Ambienti e processi formativi dei giacimenti; cicli orogenetici e minerogenesi; epoche e province metallogeniche; evoluzione delle ipotesi genetiche.

Giacimentologia sistematica e descrittiva, integrata secondo i criteri della geologia economica.

Giacimenti legati ad attività magmatiche (plutonitiche e vulcanitiche; a rocce acide, neutre, mafiche, e ultramafiche): liquido-magmatici, pegmatitici, pirometasomatici, idrotermali; ecc.

Giacimenti legati a processi di sedimentazione, di dominio continentale, marino, costiero: da alterazione superficiale di rocce e minerali (residuali e sedimentari), chimici-evaporitici, biochimici, detritici.

Giacimenti legati al metamorfismo (carboni, ferro ed altri metalli).

Giacimenti di idrocarburi. Composizione degli idrocarburi naturali; proprietà fisiche. Le acque di strato. Rocce serbatoio e di copertura; trappole di accumulo: strutturali e stratigrafiche. Cartografia applicata ai giacimenti di idrocarburi. Origine degli idrocarburi; migrazione ed accumulo. Distribuzione geologica e geografica dei giacimenti nel mondo; considerazioni tecnico-economiche sulle reali riserve. I giacimenti italiani: pianura padana (giacimenti a varia profondità), Italia peninsulare, Sicilia; *off-shore*.

Geotermia.

ESERCITAZIONI

Comprendono: studio dettagliato di importanti giacimenti italiani; studio macroscopico di campioni a mano; studio *in loco* di giacimenti minerari, con rilevamento in miniera.

LABORATORI. Studio microscopico di associazioni di minerali metallici in luce riflessa e di minerali litoidi in luce trasmessa.

BIBLIOGRAFIA

A. Cavinato, *Giacimenti minerari*, UTET, Torino, 1964.

P. Routhier, *Les gisements métallifères*, 2 vol., Masson, Paris, 1963.

P. Zuffardi, *Giacimentologia e prospezione mineraria*, 2. ed., Pitagora, Bologna, 1986.

R 2500 Idraulica ambientale

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 40 (settimanali 4/4)

Prof. Giannantonio Pezzoli (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

In questo corso verranno impartite tutte quelle nozioni che non possono trovare spazio nei corsi di *Idraulica* di base e di *Infrastrutture idrauliche* e che sono però essenziali per la tutela dell'ambiente. Il programma comprende argomenti sia di idraulica fluviale che di idraulica marittima.

PROGRAMMA

Idraulica fluviale. Trasporto solido. Granulometria dei sedimenti. Inizio del movimento. Forme di fondo. Resistenza al moto. Trasporto di fondo e di sospensione.

Misure di campo. Morfologia degli alvei fluviali. Impostazione dei problemi a quattro, tre, due incognite. Teoria dell'equilibrio limite. Teoria di regime. Alvei stabili. Meandri e loro dinamica, leggi di Fargue. Modelli idraulici fluviali a fondo mobile.

Morfologia delle aste torrentizie. Classificazione dei torrenti di scavo e di deposito. Sistemazione dei versanti (cenni). Lave torrentizie. Profilo di compensazione.

Sistemazioni dei fiumi e dei torrenti. Opere longitudinali: argini e golene. Sifonamento e impermeabilizzazione. Raggi di curvatura delle sponde interne ed esterne dei meandri, quota di fondazione delle sistemazioni. Opere trasversali: soglie di fondo. Repellenti. Tecniche costruttive materiali.

Trasporto di inquinanti da parte delle acque di falda. Modelli matematici per lo studio della dispersione degli inquinanti.

Idraulica marittima. Movimenti ondulatori delle masse idriche, misura ed analisi del moto ondoso reale. Regimi dei venti e dei mari, previsione del moto ondoso. Teorie rotazionali ed irrotazionali. Rifrazione, diffrazione, riflessione e frangimento delle onde. Sovralzo di tempesta, sesse e maree, correnti marine.

Azioni esercitate dalle onde sulle strutture. Spinte su pareti continue verticali, azioni su opere a gettata, spinte su ostacoli isolati (pali), risalita e tracimazione su pareti inclinate. Dinamica dei litorali. Morfologia delle coste, dune costiere, dinamica trasversale e longitudinale delle spiagge, trasporto solido litoraneo, profilo d'equilibrio. Interazione delle opere marittime con la dinamica litoranea.

R 2530 Idrogeologia applicata

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 40 (settimanali 4/3)

Docente da nominare (Georisorse e territorio)

Il corso fornisce agli allievi ingegneri gli elementi per un approccio completo allo studio delle acque sotterranee, al rinvenimento, quantizzazione e definizione delle qualità delle risorse idriche sotterranee; alla definizione delle opere di captazione di tali risorse. Il corso fornisce d'altra parte un quadro dei metodi e delle tecniche per affrontare compiutamente i problemi ingegneristici posti dalle complesse interazioni tra le acque del sottosuolo ed i grandi scavi in sotterraneo (gallerie, cave, miniere, ecc.).

REQUISITI. Corsi di *Idraulica*, *Geologia applicata*. Sono utili nozioni propedeutiche di meccanica dei fluidi del sottosuolo.

PROGRAMMA

Genesi e distribuzione delle acque sotterranee. Ciclo e bilancio idrogeologico. Porosità delle rocce, suddivisione dell'acqua del sottosuolo. Leggi del deflusso delle acque sotterranee negli acquiferi. Permeabilità assoluta e relativa, trasmissività, coefficiente di immagazzinamento, diffusività, misure e valutazioni in situ e in laboratorio.

Strutture idrogeologiche mono- e multifalda. Reti acquifere.

Studio e captazione delle acque sotterranee in territori di pianura. Perforazioni e condizionamento di pozzi e piezometri. Misure piezometriche e relativa elaborazione modellistica, interpretazione. Idrodinamica delle falde e reti acquifere sotto pompaggio, regime di equilibrio e di non-equilibrio. Prove di emungimento, organizzazione, esecuzione analisi modellistica, interpretazione. Pianificazione e gestione di campi-pozzi.

Studio e captazione delle acque sotterranee in territori montuosi. Rilevamenti e telerilevamenti idrogeologici. Definizione delle strutture e delle direzioni di flusso. Le sorgenti normali, termali e termominerali, modelli matematici del regime, calcolo delle risorse, definizione delle opere di captazione. Modelli numerici di bilancio.

Cartografia idrogeologica. Metodi di redazione, lettura ed interpretazione dei diversi tipi di cartografie. Elementi di cartografia idrogeologica automatica.

Qualità delle acque sotterranee. Idrogeochimica: lettura ed interpretazione delle analisi chimico-fisiche. Definizione della qualità finalizzata. Prevenzione e protezione dell'inquinamento.

Seminari specialistici.

Metodi di studio e sfruttamento delle acque sotterranee a livello regionale. Interazione tra problemi idrogeologici e grandi scavi in sottterraneo.

ESERCITAZIONI

Esecuzione di bilanci idrogeologici con metodi tradizionali e computerizzati. Interpretazione di prove di emungimento. Redazione e interpretazione di carte e isopieze. Esempi di captazione di sorgenti. Cartografia tematica. Impiego delle diverse strumentazioni.

BIBLIOGRAFIA

- G. Castany, *Idrogeologia: principi e metodi*, Flaccovio, Palermo, 1985.
 E. Custodio, M.R. Llamas (ed.), *Hidrologia subterranea*, 2 vol., Omega, Barcelona, 1976.
 G.P. Kruseman, N.A. De Ridder, *Analysis and evaluation of pumping test data*, Int. Inst. Land Reclam. Iprov., Wageningen, 1970.

R 2550 Idrologia tecnica

Anno:periodo 4,5:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 40 (settimanali 4/4)

Prof. Michele Di Natale (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

Il corso di *Idrologia tecnica* si propone quale corso indispensabile per la valutazione degli elementi idrologici necessari alla progettazione di acquedotti e fognature, impianti di depurazione, ecc., e alla valutazione dell'impatto ambientale di tipo idrologico, delle strutture che possono interessare le falde e i corsi d'acqua.

PROGRAMMA

Elaborazioni statistiche, con particolare riferimento alle variabili idrologiche: distribuzione di probabilità delle grandezze idrologiche intese come variabili casuali, correlazione e regressione, regolarizzazione di variabili idrologiche e *tests* statistici.

Elementi di idrologia stocastica.

Genesi, caratteristiche e misura degli afflussi meteorici, precipitazioni giornaliere e mensili, tipi di regimi pluviometrico, precipitazioni massime e minime, piogge ragguagliate, curve di possibilità climatica. Studio del manto nevoso.

Bacini imbriferi; parametri morfologici, reti idrografiche. Bilancio idrologico di un bacino, regimi tipici dei corsi d'acqua italiani.

Descrizione della formazione dei deflussi di piena. Modelli matematici di formazione dei deflussi di piena. Laminazione delle piene dovute ad un lago. Studio della propagazione dell'onda in piena e modellistica numerica relativa. Preannuncio e controllo delle piene.

Regolazione delle portate. Curva di durata delle portate e caratteristiche di utilizzazione. Magre dei corsi d'acqua.

R 2625 Impianti dell'industria di processo + Tecnica della sicurezza ambientale

(Corso integrato)

Anno:periodo 4:2 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 42 (settimanali 5/3)

Prof. Vito Specchia,

Prof. Romualdo Conti (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso ha lo scopo di individuare in quale modo dalla struttura tecnologica di un qualunque processo industriale possano derivare fenomeni di impatto ambientale sia momentanei, sia continui, e di descrivere le metodologie con cui può diventare possibile definire procedimenti e mezzi, tecnici ed organizzativi, per raggiungere obiettivi di sicurezza nei processi. Si integrano in questo senso la struttura descrittiva delle tecnologie del corso di *Impianti dell'industria di processo* con le applicazioni valutative del corso di *Tecnica della sicurezza ambientale*.

PROGRAMMA

Impianti dell'industria di processo.

Struttura di un impianto industriale: schemi di flusso, ubicazione, servizi generali (centrali termiche e frigorifere; produzione e stoccaggio aria e gas compressi; vapore e vari tipi di acque) e reti di distribuzione.

Movimentazione dei fluidi e dei solidi e loro immagazzinamento; pompe e compressori; serbatoi; oleodotti e gasdotti.

Apparecchiature di scambio termico: scambiatori di calore, evaporatori, condensatori.

Impianti di concentrazione: termocompressione; evaporazione a multiplo effetto; *multi-flash*.

Apparecchiature di distillazione, assorbimento, adsorbimento, disidratazione, essiccazione.

Sistema di raccolta, convogliamento e trattamento dei fluidi di processo; tipi di impianti fognari.

Impianti di trattamento degli effluenti liquidi di tipo fisico, chimico-fisico e biologico.

Impianti ad osmosi inversa.

Impianti di trattamento degli effluenti gassosi; dispersione degli inquinanti nell'atmosfera.

Tecnica della Sicurezza Ambientale.

Incidenti e rischi nelle attività umane: pericolosità di prodotti ed operazioni industriali.

Metodologie di studio dei rischi; valutazioni probabilistiche; alberi logici.

Principi e metodi dell'affidabilità.

R 2660 Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 56 esercitazioni 56 (settimanali 4/4)

Prof. Vito Specchia (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso si occupa dei processi e delle tecnologie usate per il trattamento degli effluenti liquidi. Lo sviluppo è pertanto indirizzato agli aspetti processistici ed impiantistici sia costruttivi che gestionali, tenendo conto dei criteri di scelta fra le varie possibili opzioni di trattamento. È pure considerata la possibilità di inquinamento secondario in altri comparti ambientali derivante dalle operazioni di depurazione, nonché le implicanze economiche connesse con le tecnologie di trattamento.

PROGRAMMA

Inquinamento delle acque: aspetti legislativi; principali tipi di inquinanti; qualità dei reflui trattati; classificazione dei corpi idrici ricettori in relazione al loro uso; deossigenazione e riossigenazione di un corpo idrico; eutrofizzazione.

Riduzione dei consumi idrici: alimentazione in serie alle utenze; ricircolo; epicresi.

Tipi di acque primarie; acqua come vettore di energia: condizionamenti per le acque di alimento caldaie.

Trattamenti fisici: grigliatura; dissabbiatura; sollevamento; rimozione di oli e sostanze grasse; flottazione; equalizzazione; polmonazione; sedimentazione.

Trattamenti chimico-fisici: coagulazione-flocculazione; neutralizzazione; ossidazione; riduzione; scambio ionico; adsorbimento.

Dissalazione di acque salmastre: evaporazione *multiflash*; elettrodialisi; osmosi inversa; distillazione con energia solare.

Trattamenti biologici aerobici ed anaerobici: processi a biomassa sospesa e fissata; ossidazione del carico organico; nitrificazione; denitrificazione; eliminazione del fosforo; digestione anaerobica.

Filtrazione con letti a sabbia e con membrane.

Sterilizzazione finale: clorazione; trattamento con ozono.

Trattamenti dei fanghi di supero: ispessimento; stabilizzazione; riscaldamento ossidativo; disidratazione; incenerimento.

Tecnologie di potabilizzazione delle acque superficiali e dei reflui civili trattati.

ESERCITAZIONI. Saranno illustrati esempi di dimensionamento di impianti.

BIBLIOGRAFIA

H.S. Azad, *Industrial pollution control handbook*, McGraw-Hill, New York, 1971.

L. Masotti, *Depurazione delle acque: tecniche ed impianti per il trattamento delle acque di rifiuto*, Calderini, Bologna, 1987.

R 2680 Impianti e cantieri viari

Anno:periodo 4,5:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 60 (settimanali 4/4)

Prof. Guido Caposio (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

Il corso è rivolto agli studenti che propendono per un indirizzo di tipo applicativo.

In particolare è finalizzato per una preparazione di base atta a svolgere la direzione tecnica o la direzione dei lavori di cantiere. Le tematiche del corso riguardano argomenti specialistici quali la organizzazione razionale del lavoro, la progettazione, realizzazione e controllo materiali da costruzione, gli aspetto tecnico-legali contabili connessi al cantiere.

PROGRAMMA

Le figure tecniche nel contratto di appalto di opere private e di opere pubbliche.

I materiali elementari per il confezionamento dei conglomerati cementizi e bituminosi.

Conglomerati cementizi: normativa; progettazione delle ricette con tecniche di ottimizzazione; controlli; prove di carico e collaudo statico; il calcestruzzo preconfezionato; impianti di produzione.

Conglomerati bituminosi: normativa; progettazioni delle ricette con tecniche di ottimizzazione; impianti di produzione; controlli.

Le macchine da cantiere: criteri di scelta di un parco macchine e del sistema operativo ottimale per il generico cantiere; le macchine movimento terra: principi fondamentali; costi di unità di elemento prodotto e produttività, costi orari, produzioni orarie.

Organizzazione razionale del lavoro: le tecniche di programmazione lineari e reticolari.

Pratica amministrativa e contabile per la condotta delle opere pubbliche.

Prevenzione infortuni.

ESERCITAZIONI

Progettazione di un programma di lavoro, applicato al settore stradale, con il PERT. Calcolo per definire il parco macchine necessario ad un cantiere di grande mole per movimento terre. Progettazione di impasti di conglomerati bituminosi e cementizi.

Calcolo di revisione prezzi col metodo parametrico. Stesura di elaborati per la conduzione dei lavori pubblici.

R 2800 Impianti speciali idraulici

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 44 laboratori 16 (settimanali 4/4)

Prof. Marcello Schiara (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

Il corso si propone di individuare gli elementi necessari per la progettazione delle opere di ingegneria idraulica nel campo delle irrigazioni e del drenaggio dei terreni. Sono inoltre sviluppati i concetti fondamentali di modellistica di acque sotterranee.

PROGRAMMA

Fisica del terreno agrario, fabbisogni idrici colturali, evapotraspirazione, calendario irriguo; modalità distributive dell'acqua irrigua: aspersione, sommersione, scorrimento, salinità del suolo.

Misura, regolazione e controllo delle acque irrigue in reti a pelo libero e in pressione.

Manufatti. Drenaggio dei terreni agrari. Economia, efficienza, impatto ambientale degli impianti irrigui. Acque sotterranee, ripascimento delle falde.

Esercitazioni di tipo numerico e di tipo pratico di laboratorio. Progetto di impianti irrigui e/o drenaggio.

R 2840 Indagini e controlli geotecnici

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 25 laboratori 25 (settimanali 4/2/2)

Prof. Otello Del Greco (Georisorse e territorio)

Il corso tratta dell'uso delle strumentazioni e della pratica operativa per le più diffuse indagini geotecniche intese di fornire al progettista gli elementi di calcolo e verifica per lo studio di stabilità di opere di ingegneria coinvolgenti le masse naturali. Sono quindi sviluppati i criteri per l'interpretazione delle diverse misure e dei dati ricavati dai rilievi geostrutturali per la definizione dei parametri da utilizzare nei calcoli.

PROGRAMMA

Considerazioni generali sulla funzione e l'organizzazione delle indagini e delle misure geotecniche nella progettazione di opere di ingegneria, coinvolgenti masse naturali.

Principi di funzionamento di trasduttori impiegati nei più diffusi strumenti di misura in capo geotecnico.

Metodologie per l'esecuzione di rilievi geostrutturali nelle masse rocciose, trattamento e interpretazione dei dati per la caratterizzazione geotecnica delle masse stesse.

Metodologie per l'esecuzione di misure in sito ai fini della determinazione di caratteristiche geotecniche delle formazioni (prove di carico su piastra e in cunicolo, prove di taglio, prove penetrometriche, prove pressiometriche).

Misura dello stato di tensione naturale nelle masse rocciose mediante metodologie diverse: prove in foro con rilascio di tensioni, prove con martinetto piatto, prove con stimolazione idraulica.

Misure di controllo in corso d'opera e a lungo termine in scavi a giorno e in sotterraneo e in pendii naturali. Finalità e organizzazione di un sistema di misure di controllo. Interpretazione delle misure. Esame di esempi applicativi di misure di controllo.

Inquadramento generale delle prove di laboratorio da eseguirsi nell'ambito della progettazione geotecnica: metodologie di prova, trattamento e interpretazione dei risultati ai fini della caratterizzazione geotecnica dei materiali rocciosi e dei terreni.

ESERCITAZIONI. Rilievo geostrutturale delle caratteristiche di discontinuità naturali in masse rocciose. Prove di laboratorio su provini di materiali rocciosi e terrosi.

BIBLIOGRAFIA

T.H. Hanna, *Field instrumentation in geotechnical engineering*, TTP, 1985

M. Grecchi, *Geoelettronica*, Ghedini, 1987.

J. Dunicliff, *Geotechnical instrumentation for monitoring field performance*, Wiley, 1988.

R 2880 Infrastrutture idrauliche

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 40 (settimanali 4/4)

Prof. Paolo Mosca (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

Il corso si propone di fornire le conoscenze necessarie per il dimensionamento delle opere idrauliche costituenti interventi parziali o globali sul territorio e gli elementi atti a definire le relative valutazioni economiche.

PROGRAMMA

Richiami e complementi di idrologia. Bacino idrografico, attributi, dati e variabili. Modelli discreti e continui di variabili e processi idrologici. Problemi delle previsioni e del preannuncio.

Costruzioni idrauliche: dighe, traverse, serbatoi di laminazione, diversivi, scolmatori, bacini di accumulo.

Impianti idroelettrici. Utilizzazione dei corsi d'acqua a scopo energetico. Pianificazione a scala regionale di bacino delle utilizzazioni. Tipologia degli impianti e loro componenti. Sistemazioni idrauliche. Processi erosivi e di trasporto. Sistemazioni montane delle falde e dei torrenti. Sistemazioni fluviali. Fenomeni localizzati ed opere speciali. Dimensionamento di briglie e traverse.

Sistemi di drenaggio urbano. Reti di smaltimento delle acque di pioggia e reflue. Analisi e previsioni delle piogge intense. Assorbimento e afflusso in rete. Formazione delle piene e eventi critici in rete. Problemi di verifica e di progetto delle reti pluviali e reflue.

Sistemi di approvvigionamento idrico. Analisi della domanda e capacità del sistema. Fonti di approvvigionamento superficiali e sotterranee: derivazioni, serbatoi, sorgenti e pozzi. Opere di adduzione e stazioni di pompaggio. Reti d'acquedotto.

Analisi economiche e finanziarie. Fattibilità. Flussi di costi e benefici dei progetti di infrastrutture idrauliche. Criteri e parametri di valutazione. Analisi decisionale.

R 2900 Ingegneria degli acquiferi

Anno:periodo 4,5:1 Impegno (ore): lezioni 52 esercitazioni 39 (settimanali 4/3)

Prof. Antonio Di Molfetta (Georisorse e territorio)

Il corso si propone di fornire le conoscenze tecnico-scientifiche indispensabili per realizzare una corretta valutazione e gestione delle risorse idriche sotterranee, evitando fenomeni di degrado quali-quantitativo delle stesse.

PROGRAMMA

Risorse idriche e utilizzi; classificazione dei sistemi acquiferi.

Le opere di captazione delle risorse idriche sotterranee; metodi di perforazione e criteri di valutazione del metodo ottimale.

La caratterizzazione quantitativa del sistema acquifero: indagini preliminari; prove in pozzo durante la realizzazione dell'opera; prove di pompaggio in pozzi e piezometri già completati.

Gestione degli acquiferi: valutazione della domanda di acqua; pianificazione dello sfruttamento delle risorse idriche; fenomeni negativi indotti da episodi di sovrasfruttamento.

Inquinamento delle acque sotterranee; teoria della dispersione di un inquinante; metodi di controllo e bonifica.

Impiego di modelli matematici e numerici per la gestione degli acquiferi e lo studio dell'inquinamento.

La protezione delle risorse idriche sotterranee; la definizione delle aree di salvaguardia e delle reti di monitoraggio.

Il quadro normativo di riferimento nella gestione delle risorse idriche sotterranee in Italia.

BIBLIOGRAFIA

Custodio, Llamas, *Hidrologia subteranea*, Omega, 1983.

Kashef, *Groundwater engineering*, McGraw-Hill, 1987.

Todd, *Groundwater hydrology*, Wiley, 1976.

R 2910 Ingegneria degli scavi

Anno: periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 40 laboratori 20 (settimanali 4/2/2)

Prof. Renato Mancini (Georisorse e territorio)

Principi base della tecnologia, progettazione ed organizzazione dei lavori di scavo in roccia ed in terra. Macchine, mezzi e relativi criteri di scelta, prestazioni, consumi e costi. Sicurezza, controllo dei danni e molestie a terzi ed all'ambiente.

PROGRAMMA

Scavo in roccia con esplosivo, a cielo aperto ed in cantieri sotterranei: esplosivi, innesci, sistemi di perforazione e loro impiego; calcolo, esecuzione e controllo di scavi con mine.

Scavo in roccia senza uso di esplosivi, a cielo aperto ed in sotterraneo.

Taglio al monte di marmi e graniti per produzione di blocchi.

Scavi in terra, macchine movimento terra.

Scavi subacquei.

Trivellazioni e sondaggi per ricerca mineraria e per lavori civili.

BIBLIOGRAFIA

Tecnica degli scavi e dei sondaggi : dispense del corso, CELID.

R 2920 Ingegneria dei giacimenti di idrocarburi

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 42 (settimanali 5/3)

Prof. Antonio Di Molfetta (Georisorse e territorio)

Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali per la definizione di un progetto ottimale di coltivazione per giacimenti di idrocarburi sia liquidi che gassosi. Tale obiettivo viene raggiunto attraverso la conoscenza del comportamento termodinamico dei fluidi, delle caratteristiche produttive delle rocce serbatoio e dei pozzi, dei metodi

per la valutazione delle riserve e dei fattori di recupero, delle metodologie di analisi dei parametri caratteristici della coltivazione, dei processi di recupero assistito.

REQUISITI. *Meccanica dei fluidi nel sottosuolo.*

PROGRAMMA

Caratteristiche dei giacimenti di idrocarburi in rocce a porosità intergranulare ed in rocce fessurate. Proprietà fisiche dei fluidi di giacimenti e metodi di correlazione numerica con i parametri termodinamici. Comportamento di fase degli idrocarburi.

Meccanismi naturali di produzione. Classificazione dei giacimenti di idrocarburi.

Caratteristiche del flusso transitorio e stabilizzato di idrocarburi liquidi e gassosi nei mezzi porosi: regime di pressione in pozzi eroganti da aree di drenaggio di forma generica. Valutazione delle caratteristiche produttive dei pozzi e delle formazioni mediante l'interpretazione di prove di pozzo.

Calcolo dell'entrata d'acqua in giacimento da acquiferi a porosità intergranulare e da acquiferi fessurati.

Le equazioni della coltivazione. Influenza dei parametri di lavoro sul recupero finale. Previsione del comportamento futuro dei giacimenti. Correlazioni tempo, pressione media, portata, produzione cumulativa.

Principali metodi di valutazione delle riserve originariamente in posto e delle riserve recuperabili.

Metodo di recupero assistito: metodi convenzionali, metodi termici, spiazzamento miscibile con gas e anidride carbonica, *chemical flooding*.

Indici per la valutazione economica di un progetto di coltivazione.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono costituite da esempi di interpretazione di dati rilevati sul campo e da progetti di coltivazione di diversi tipi di giacimento. Le esercitazioni finali sono svolte con l'ausilio di un *minicomputer* programmabile in BASIC.

BIBLIOGRAFIA

C.U. Ikoku, *Natural gas engineering : a systems approach*, Pennwell, 1980.

R. Aguilera, *Naturally fractured reservoirs*, Petroleum Publ., 1980.

L.P. Dake, *Fundamental of reservoir engineering*, Elsevier, 1978.

H.C. Slider, *Practical petroleum reservoir engineering methods*, Petroleum Publ., 1976.

G. Baldini, *Elementi introduttivi alla coltivazione dei giacimenti di idrocarburi*, Levrotto & Bella, 1963.

R 3040 Istituzioni di economia

Anno: periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 40 (settimanali 4/2,4)

Prof. Mercedes BRESSO (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

PROGRAMMA

Gli strumenti per l'analisi del sistema economico (indici modelli, *input-output*, contabilità nazionale).

Cenni di storia dell'analisi economica; crescita e sviluppo dei sistemi economici.

Elementi di microeconomia: i comportamenti degli operatori; la formazione dei prezzi; l'impresa e le decisioni produttive; i mercati dei fattori produttivi; le forme di mercato: mercati concorrenziali e mercati non concorrenziali.

Elementi di macroeconomia: macroeconomia di piena occupazione; macroeconomia con disoccupazione; il ruolo dello Stato e la politica economica: teorie keynesiane e sviluppi recenti.

R 3080 Litologia e geologia

Anno:periodo 3,5:2 Impegno (ore): lezioni 75 esercitazioni 25 laboratori 10 (settimanali 6/2)

Docente da nominare (Georisorse e territorio)

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base necessarie per un approccio geologico al territorio. Vengono analizzati i processi che intervengono nel ciclo petrogenetico ed i prodotti di tali processi, cioè le rocce e i corpi rocciosi.

Il corso comprende lezioni ed esercitazioni, queste ultime in parte sul terreno.

REQUISITI. Nozioni di mineralogia.

PROGRAMMA

L'interno terrestre ed i metodi d'indagine: gravimetria, sismica, magnetometria, geo-chimica; flusso di calore. Modello dell'interno terrestre.

Il processo magmatico e i suoi prodotti. Plutonismo, vulcanismo; tipi di corpi eruttivi. Rocce intrusive, vulcaniche e relative classificazioni.

Ambienti sedimentari e loro evoluzione. Le *facies* sedimentarie; tipi di ambienti e relativi depositi. Strutture sedimentarie; variazioni di *facies* e cicli sedimentari. Le unità stratigrafiche. Classificazione delle rocce sedimentarie.

Metamorfismo e rocce metamorfiche.

Tettonica duttile e fragile: faglie, pieghe. Stili tettonici. Falde di ricoprimento e orog-nesi. I terremoti: cause e loro distribuzione. Il rischio sismico. La tettonica a zolle crostali. Cenni di geologia regionale.

Cenni di geologia storica. Cronologia geologica; tipi di datazioni.

Geomorfologia: l'azione dell'atmosfera; geomorfologia fluviale, glaciale, eolica, costiera. Acque sotterranee e fenomeni carsici. I dissesti del suolo.

Profili geologici; lettura delle carte geologiche; rilevamento geologico.

BIBLIOGRAFIA

P. Casati, *Elementi di geologia generale*, CLUP, Milano, 1987.

F. Press, R. Siever, *Introduzione alle scienze della Terra*, Zanichelli, Bologna, 1985.

G. Marchetti [et al.], *La Terra ieri e oggi*, La Nuova Italia, Firenze, 1989.

R 3090 Localizzazione dei sistemi energetici

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 78 esercitazioni 28 (settimanali 6/2)

Prof. Evasio Lavagno (Energetica)

Il corso si propone di analizzare le metodologie e le procedure di localizzazione di impianti e sistemi energetici, con particolare attenzione alle tecnologie di salvaguardia ambientale. La scelta tra soluzioni alternative, a parità di servizi resi, viene impostata sulla base di un approccio di tipo sistemico, che si pone obiettivi di razionalizzazione tecnico-economica ed ambientale.

L'insegnamento può essere seguito anche da studenti di altri corsi di laurea, i quali siano particolarmente interessati al rapporto energia-ambiente.

PROGRAMMA

Elementi di energetica.

Le trasformazioni energetiche. I sistemi energetici: dalle fonti agli usi finali.

Gli impianti ed i sistemi energetici.

Caratteristiche costruttive e funzionali dei vari tipi di impianti e sistemi elettrogeneratori e di produzione di energia termica. Infrastrutture. I cicli del combustibile ed i relativi impatti. Valutazioni qualitative e quantitative dei rilasci di esercizio. I rilasci incidentali. Tecniche di controllo e riduzione delle emissioni.

Il contesto normativo.

Norme e procedure della legislazione nazionale ed internazionale. Analisi critica di alcuni casi rilevanti.

Metodi di analisi comparata di impianti e sistemi energetici.

Definizione dei parametri di valutazione in termini di validità: tecnologica, energetica, socioeconomica, territoriale, ambientale. Criteri e metodi per l'ottimizzazione delle scelte.

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni consistono nello sviluppo di casi concernenti diversi sistemi energetici.

R 3114 Macchine (Corso ridotto, 1/2 annualità)

Anno: periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 36 esercitazioni 12 laboratori 2 (settimanali 3/1)

Prof. Mario Rocco Marzano (Energetica)

Il corso fornisce gli elementi di base per lo studio delle macchine a fluido termiche e idrauliche. Vengono descritte le principali macchine motrici e operatrici e vengono illustrati i principi generali sui quali si basa il loro funzionamento.

REQUISITI

È utile la conoscenza di alcuni argomenti trattati nei corsi di *Fisica tecnica e Idraulica*.

PROGRAMMA

Lo svolgimento del corso si articola sulla trattazione dei seguenti argomenti:

1. Impianti di turbine a vapore: cicli termodinamici, condensazione, rigenerazione, impianti a recupero.
2. Impianti di turbine a gas: cicli termodinamici semplici e complessi.
3. Compressori di gas: turbocompressori, compressori volumetrici alternativi e rotativi.
4. Macchine idrauliche: turbine, turbopompe, trasmissioni e convertitori di coppia.
5. Motori alternativi a combustione interna: motori a 4 tempi e motori a 2 tempi; motori ad accensione comandata e ad accensione per compressione. Cicli termodinamici e cicli di lavoro della macchina. Analisi dei rendimenti. Regolazione e caratteristica meccanica. Emissioni di inquinanti allo scarico.

ESERCITAZIONI.

Esempi numerici atti a valutare l'ordine di grandezza dei diversi parametri macchinistici. Visita al *Laboratorio di macchine* del Dipartimento di Energetica, a fine corso.

BIBLIOGRAFIA

A. Capetti, *Motori termici*, UTET

R 3240 Meccanica dei fluidi nel sottosuolo

Anno:periodo 4:2 Impegno (ore): lezioni 65 esercitazioni 21 laboratori 15 (settimanali 5/3)

Prof. Gaudenzio Verga (Georisorse e territorio)

Il corso ha lo scopo di introdurre lo studio delle proprietà dei sistemi costituiti dai principali fluidi sotterranei e dalle formazioni che li contengono e di fornire i principi fondamentali che regolano il flusso dei fluidi ed il suo evolvere naturalmente o per azione diretta e indiretta dell'uomo. Nel corso viene sviluppata pertanto sia la trattazione analitica accurata dei problemi di flusso sia la parte tecnologico-applicativa relativa allo scavo dei pozzi di emungimento e alla valutazione delle caratteristiche e potenzialità degli acquiferi.

PROGRAMMA

Proprietà dei fluidi sotterranei e delle formazioni con fluidi utili; teoria dell'infiltrazione e distribuzione dell'acqua nel sottosuolo; depositi di idrocarburi e serbatoi geotermici; caratteristiche fisico-chimiche dei fluidi di giacimento e delle rocce serbatoio.

L'equazione di Darcy: applicazioni e limiti di validità. Equazione generale di piezodiffusione; integrazione delle equazioni differenziali di flusso per acquiferi in pressione e freatici. Caratteristiche ed interpretazione di rilevati piezometrici.

I pozzi per acqua: metodi di perforazione e modalità di completamento, sviluppo e stimolazione. Scelta delle pompe e dei dispositivi di misura delle portate.

Determinazione dei parametri idrologici mediante prove di pompaggio ed interferenza per flusso in regime permanente stabilizzato e transitorio, analisi e interpretazioni delle curve di declino e risalita.

Studio di cicli di erogazione da formazioni illimitate con e senza fase stabilizzata e limitate con o senza alimentazione ai bordi; teoria dei pozzi immagine, principio di sovrapposizione degli effetti e interferenza fra pozzi.

Metodi e sistemi di ricarica degli acquiferi.

Sfruttamento di acquiferi costieri e contatto fra acque dolci e salate. Propagazione degli inquinanti nelle falde.

ESERCITAZIONI

Consistono in applicazioni numeriche e in prove di laboratorio per la determinazione delle proprietà di mezzi porosi, di fluidi e di loro insiemi. Le esercitazioni di campagna verteranno in prove pratiche relative a pozzi per acqua.

BIBLIOGRAFIA

J. Bear, *Dynamics of fluids in porous media*, Elsevier, 1967

E. Custodio, M.R. Llamas, *Hidrologia subteranea*, Omega, 1976

F.G. Driscoll, *Groundwater and wells*, Johnson, 1986

A.I. Kashef, *Groundwater engineering*, McGraw-Hill, 1987

R 3340 Meccanica delle rocce

Anno:periodo 4,5:1 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 34 laboratori 8 (settimanali 5/(3))

Prof. Giovanni Barla (Ing. strutturale)

Il corso si propone di fornire una visione 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 ras-

segna i principali metodi di calcolo e dimensionamento delle opere interagenti con gli ammassi rocciosi: gallerie e cavità sotterranee, pendii, fondazioni.

PROGRAMMA

La prima parte del corso riguarda la descrizione qualitativa e quantitativa degli ammassi rocciosi. Sono trattati nel dettaglio i metodi di indagine (con rilevamenti in superficie, mediante perforazioni di sondaggio, ed altre tecniche in sito) e di classificazione degli ammassi rocciosi, le prove di laboratorio ed in sito.

Viene dedicata particolare cura alla simulazione del comportamento meccanico degli ammassi rocciosi, in accordo ai concetti della meccanica dei mezzi continui e discontinui.

La seconda parte illustra i fondamenti dei metodi progettuali e di dimensionamento (di tipo empirico, analitico, numerico, osservazionale) delle strutture in roccia e dei relativi mezzi di sostegno, rinforzo e stabilizzazione con riferimento a fondazioni, pendii naturali e fronti di scavo, gallerie e cavità sotterranee, problemi minerari e riguardanti il territorio.

R 3790 Modellistica e controllo dei sistemi ambientali

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 76 esercitazioni 24 (settimanali 6/2)

Prof. Simona Muratori (Automatica e informatica)

Il corso si propone di fornire gli elementi essenziali della modellistica e gli strumenti operativi per la sua applicazione ai problemi di previsione, pianificazione e gestione dei sistemi ambientali.

PROGRAMMA

Nella prima parte sono introdotti i concetti di modellistica sia descrittiva che decisionale. Seguono gli elementi di teoria dei sistemi lineari includendovi la stabilità e altre proprietà strutturali, risposte in frequenza e modelli ARMA. Elementi di teoria dei sistemi non lineari, molteplicità di equilibri, cicli limite, biforcazioni e catastrofi, caos deterministico.

Nella successiva parte si individuano le analisi dei dati e il trattamento di segnali e immagini. Segue poi la simulazione e taratura *off-* e *on-line* dei modelli di simulazione. studio della previsione e taratura dei previsori, previsione adattativa. Metodi di programmazione matematica e ottimizzazione combinatoria.

Nell'ultima parte si individuano la pianificazione, l'analisi costi-benefici, l'analisi a molti obiettivi e strutture decisionali complesse.

I problemi di gestione con elementi di teoria del controllo ottimo e programmazione dinamica concludono il corso.

BIBLIOGRAFIA

Sono disponibile le note del corso (in 2 volumi): tali note corrispondono a quanto viene proiettato a lezione (tutto il corso è svolto con lavagna luminosa) e pertanto costituiscono solo un supporto per la preparazione dell'esame. È anche disponibile un esercizio.

R 3860 Opere in sotterraneo

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 65 esercitazioni 30 laboratori 5 (settimanali 5/3)

Prof. Sebastiano Pelizza (Georisorse e territorio)

Il corso si propone di sviluppare i criteri di utilizzazione del sottosuolo per ricavarvi spazi d'interesse sociale, anche in rapporto alle problematiche ambientali e di pianificazione e gestione del territorio, e di impartire nozioni sulla progettazione ed esecuzione delle grandi opere in sotterraneo di varia tipologia e di vario genere, ivi comprese le coltivazioni minerarie per vuoti e le opere sotterranee d'interesse per le attività d'ingegneria civile.

PROGRAMMA

Gli ambienti sotterranei ed il territorio.

Tipologia generale e classificazione delle opere in sotterraneo.

Gli studi e le indagini preliminari all'apertura di opere sotterranee in funzione della tipologia e delle finalità di costruzione.

Metodi ed attrezzature per lo scavo degli ambienti sotterranei: gallerie (cenni); pozzi; scavo di grandi caverne per uso idroelettrico; scavo di stazioni metropolitane; scavi di ambienti sotterranei ad uso infrastrutture civili; le coltivazioni in sotterraneo per vuoti.

Metodi di costruzione degli ambienti sotterranei: interazione tra i processi di scavo ed il consolidamento di opere; i sostegni immediati; la stabilizzazione permanente ed i rivestimenti definitivi.

I metodi speciali per la costruzione degli ambienti sotterranei.

Problemi economici, ambientali, sociali, psicologici e fisiologici connessi con la realizzazione e l'utilizzazione dei grandi ambienti sotterranei; criteri di sicurezza, arredo architettonico, illuminazione e climatizzazione.

ESERCITAZIONI. Progettazione di un programma lavori applicato al caso di una galleria. Analisi e dimensionamento delle opere di consolidamento per la costruzione degli ambienti sotterranei.

BIBLIOGRAFIA. È disponibile una guida alle lezioni.

R 3904 Petrografia

(Corso ridotto, 1/2 annualità)

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 25 esercitazioni 12 laboratori 13 (settimanali 2/1)

Docente da nominare (Georisorse e territorio)

Il corso si propone di fornire all'allievo: *a*) le conoscenze necessarie alla diagnosi delle rocce mediante esami macroscopici, microscopici e calcoli petrochimici; *b*) le nozioni fondamentali sui processi petrogenetici e sulle loro implicazioni geologiche e giacimentologiche; *c*) elementi di petrografia applicata allo studio delle proprietà tecniche delle rocce.

PROGRAMMA

Introduzione.

La petrografia nell'ambito delle scienze della Terra; richiami sul ciclo petrogenetico.

Fenomeni magmatici e loro prodotti.

Vulcanismo e plutonismo. Equilibri cristallo-fuso nei sistemi silicatici. Descrizione e classificazione delle rocce magmatiche. Serie magmatiche. Modelli della petrogenesi magmatica nel quadro della tettonica globale.

Fenomeni sedimentari e loro prodotti.

Origine e trasporto del materiale sedimentario. Aspetti chimici della sedimentazione. Diagenesi. Descrizione e classificazione delle rocce sedimentarie. Evoluzione tettonica e *facies* sedimentarie.

Fenomeni metamorfici e loro prodotti.

Tipi e fattori di controllo del metamorfismo. Zoneografia e *facies* metamorfiche. Minerali e paragenesi. Deformazione e strutture. Descrizione e classificazione delle rocce metamorfiche. Metamorfismo e tettonica globale.

Petrografia applicata.

Rocce utili e loro impieghi.

BIBLIOGRAFIA

D'Amico, Innocenti, Sassi, *Magmatismo e metamorfismo*, UTET, Torino.

Deer, Howie, Zussman, *An introduction to the rock-forming minerals*. Longman, London.

R 3920 Pianificazione e gestione delle aree metropolitane

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 50 laboratori 10 (settimanali 4/4/(2))

Prof. Enrico Desideri (Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)

Il corso ha lo scopo di approfondire la tematica urbanistica della pianificazione dei sistemi urbani complessi e di approfondire il concetto di gestione dei servizi a scala sovracomunale o metropolitana anche alla luce della recente legge 142/90 sul riordinamento delle autonomie locali.

Il corso è organizzato in specifici moduli costituiti da lezioni in aula, da sopralluoghi e da esercitazioni ponendo l'attenzione, in particolare, di volta in volta su uno o più esempi significativi.

PROGRAMMA

Introduzione all'analisi dei sistemi urbani, l'organizzazione del territorio, l'analisi della città nelle sue componenti strutturali, ai luoghi rilevanti per architettura e funzioni, al reticolo delle comunicazioni, al tessuto edilizio e al verde.

Il concetto di gerarchia territoriale, teoria dei *central places* di Christaller, teoria economica di Losch, teoria classica della localizzazione di Von Thunen, Loria, Weber.

L'uso dei modelli nello studio delle interazioni nelle aree urbane e nella pianificazione urbanistica delle aree urbane. Il modello di Lokshmanan e Hansen per l'area metropolitana di Baltimora ed il modello di Lowry per l'area metropolitana di Pittsburg.

Funzionamento e sviluppi della città metropolitana, il concetto di soglia di sviluppo, momenti critici dello sviluppo e interventi strategici.

Il controllo e la gestione dell'area metropolitana. Gli utenti della città, le autorità locali ed il controllo dello sviluppo urbano, piano di assetto, piano di intervento e sistema di osservazione degli *standards* di qualità prestabiliti dal piano.

I servizi metropolitani o a livello sovracomunale, i consorzi per l'offerta di integrati, le aziende speciali, esperienze nelle realtà italiane ed estere.

BIBLIOGRAFIA

Durante il corso saranno messe a disposizione degli allievi dispense settoriali del corso: di volta in volta sarà fornita ampia bibliografia per l'approfondimento dei singoli temi.

R 3970 Principi di geotecnica

Anno/periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 40 laboratori 10 (settimanali 6/4)

Prof. Otello Del Greco (Georisorse e territorio)

L'insegnamento analizza il comportamento geotecnico delle formazioni naturali in rapporto all'effettuazione di escavazioni ed alla realizzazione di opere d'ingegneria in genere.

Il corso comprende lezioni, esercitazioni, laboratori, completati eventualmente da visite d'istruzione a cantieri di scavo civili e minerari.

PROGRAMMA

Richiami di geologia strutturale e di teoria dell'elasticità; terminologia.

Analisi dei fattori condizionanti il comportamento di rocce e terre e delle proprietà caratterizzanti, loro determinazione in laboratorio.

Modelli di comportamento meccanico e criteri di resistenza; classificazioni tecniche.

Analisi delle formazioni *in situ*: elementi fondamentali per la descrizione e lo studio delle masse rocciose, del loro stato tensionale e comportamento; l'influenza dell'acqua; classificazioni tecniche delle masse naturali.

Studio e progettazione di opere d'ingegneria connesse a formazioni rocciose o di strutture in terra ed in roccia. Analisi delle metodologie di studio: metodo delle tensioni; metodo dell'equilibrio limite, impiego dei modelli. Analisi di problemi di stabilità di scavi di geometria non complessa e di pendii; la funzione delle armature.

Analisi dei mezzi artificiali per modificare le caratteristiche meccaniche delle formazioni naturali e per migliorare le condizioni di stabilità di strutture.

Problemi di geotecnica nelle coltivazioni minerarie; analisi delle metodologie di coltivazione in rapporto alle condizioni di stabilità, fenomeni di subsidenza, sistemazione di discariche; il fenomeno dei colpi di tensione.

Considerazioni critiche sugli aspetti geotecnici di operazioni varie su rocce: abbattimento con esplosivi e con macchine; comminuzione; perforazione, ecc.

ESERCITAZIONI

Analisi di stati tensionali piani e loro rappresentazioni. Studio di problemi vari relativi a cantieri minerari: analisi di sollecitazioni, analisi di stabilità, problemi di bullonaggio, calcolo di pilastri, ecc.

LABORATORI

Determinazione di caratteristiche fisiche, meccaniche e tecniche di rocce e terre.

BIBLIOGRAFIA

Agli allievi sono forniti degli *Appunti* contenenti anche segnalazioni di testi fondamentali e di pubblicazioni.

R 4000 Principi di ingegneria chimica ambientale

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 56 esercitazioni 28 laboratori 16 (settimanali 4/2)

Prof. Giancarlo Baldi (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso prende in considerazione la modellazione dei fenomeni di trasporto e dei meccanismi di reazione che intervengono nei processi di diffusione, o di limitazione, nell'ambiente di sostanze inquinanti. La modellazione è condotta sia sotto il profilo termodinamico, sia tenendo conto degli aspetti cinetici e dei fenomeni di trasferimento.

PROGRAMMA

Bilanci macroscopici di proprietà in sistemi aperti e chiusi: bilanci entalpici in presenza di reazioni chimiche.

Equilibri interfase: concetto di operazioni; stadi di equilibrio.

Fenomeni di trasporto con particolare riferimento al trasferimento di materia.

Equilibri eterogenei; reazioni di precipitazione; diagrammi di ripartizione fra le varie specie.

Cenni di reattoristica: fluidodinamica; sistemi perfettamente agitati; sistemi a pistone scostamento dalla idealità.

Dinamica dei sistemi: funzioni di trasferimento; sistemi a parametri concentrati e distribuiti.

Operazioni unitarie condotte in apparecchiature a stadi ed in apparecchiature a funzionamento continuo.

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni vengono eseguite per buona parte in aula, ma anche su impianti pilota. Esse consistono in applicazioni a problemi pratici dei concetti sviluppati durante le lezioni.

R 4060 Processi di trattamento degli effluenti inquinanti

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 56 esercitazioni 28 (settimanali 4/2)

Prof. Vito Specchia (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso si occupa dei processi e delle tecnologie usate per il trattamento degli effluenti aeriformi e dello smaltimento dei rifiuti solidi e dei fanghi. Lo sviluppo è pertanto indirizzato agli aspetti processistici ed impiantistici sia costruttivi che gestionali, tenendo conto dei criteri di scelta fra le varie possibili opzioni di trattamento. È pure considerata la possibilità di inquinamento secondario in altri comparti ambientali derivante dalle operazioni di depurazione, nonché le implicanze economiche connesse con le tecnologie di trattamento.

PROGRAMMA

Inquinamento dell'aria.

Aspetti legislativi; principali tipi di inquinanti gassosi e particolati; microinquinanti organici clorurati; loro effetto sull'ecosistema e sull'uomo.

Inquinamento atmosferico negli ambienti di lavoro; inquinamento da odori e tecnologie di intervento.

Trattamento degli inquinanti gassosi: assorbimento; adsorbimento; condensazione; incenerimento a fiamma diretta, termico e catalitico.

Tecnologie specifiche per gli ossidi di zolfo e di azoto.

Impianti di abbattimento dei particolati: separatori meccanici a secco (camere di sedimentazione; separatori inerziali, ad urto e dinamici; cicloni tangenziali ed assiali); filtri a maniche; lavatori ad urto, a ciclone, a letto a riempimento, a fessura ed a piatti forati; lavatori a Venturi e ad azione centrifuga; separatori elettrostatici. Esplosibilità delle polveri: aspetti di sicurezza.

Predisposizione di atmosfere sterili: filtri assoluti.

Dispersione di inquinanti in atmosfera: aspetti modellistici ed impiantistici; progetto dei camini.

Smaltimento dei rifiuti solidi.

Aspetti legislativi.

Rifiuti solidi urbani: raccolta; discarica controllata e produzione di biogas; compressione; pirolisi; incenerimento; compostaggio; recupero e valorizzazione; produzione di RDF.

Rifiuti industriali: caratterizzazione; impatto ambientale; processi di smaltimento (termici, fisici, chimici) e di valorizzazione e recupero. Tecnologie di recupero dei terreni contaminati da sversamenti di sostanze inquinanti.

ESERCITAZIONI. Saranno illustrati esempi di dimensionamento di impianti.

BIBLIOGRAFIA

R.D. Ross, *Air pollution and industry*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1992.

R 4100 Produzione e trasporto degli idrocarburi

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 60 (settimanali 4/4)

Prof. Riccardo Varvelli (Georisorse e territorio)

Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi le conoscenze economiche e tecniche necessarie alla razionale progettazione, programmazione e gestione degli impianti e delle attrezzature di produzione e di trasporto in un campo petrolifero. Una premessa geopolitica intende attualizzare le problematiche della produzione petrolifera nel quadro mondiale e nazionale dei consumi e delle riserve energetiche.

REQUISITI. *Ingegneria degli scavi, Ingegneria dei giacimenti di idrocarburi.*

PROGRAMMA

Panorama energetico e previsioni di disponibilità a medio e lungo termine. Geografia degli idrocarburi e rapporto produttori-consumatori. Dati mondiali e nazionali di produzione, del consumo e delle riserve. I prezzi del greggio e del gas naturale; la fattura energetica. I costi della e nella industria petrolifera.

Caratteristiche chimico-fisiche e condizioni degli idrocarburi in giacimento.

Il passaggio dalla perforazione alla produzione.

Completamento singolo o multiplo, permanente o selettivo di un pozzo petrolifero.

Operazioni di perforazione della colonna di rivestimento (*casing*). Calcolo della portata di fluido attraverso gli spari della colonna di rivestimento.

Composizione di una batteria di tubi di produzione (*tubing*). Sollecitazioni di una batteria di produzione. Inflangiatura di superficie di una batteria di produzione.

Iniezione sotto pressione di malta cementizia in strato (*squeeze*).

Stimolazione dei pozzi petroliferi per acidificazione e per fratturazione idraulica. Produzione da giacimenti gassiferi. Produzione artificiale mediante pompamento o *gas lift*.

Separazione in superficie dell'olio, del gas e dell'acqua. Trattamento superficiale dell'olio e del gas (desolforazione, degasolinaggio).

Trasporto in condotte dell'olio greggio e del gas naturale. Stoccaggio dell'olio greggio e del gas naturale.

La direzione di un campo di produzione petrolifera: temi e problemi manageriali.

BIBLIOGRAFIA

R. Varvelli, *Completamento di un pozzo petrolifero per la messa in produzione*, Geogio, Torino, 1984.

R 4390 Prospezione geomineraria

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 52 esercitazioni 30 laboratori 6 (settimanali 4/2)

Docente da nominare (Georisorse e territorio)

Finalità: fornire all'allievo una preparazione di base sulla vasta problematica della ricerca mineraria attraverso l'analisi sistematica dei suoi molteplici aspetti, considerati in un quadro globale di valorizzazione mineraria regionale.

Temi: introduzione; conoscenze geologiche e tecniche di base. Criteri generali, fasi e programmazione della ricerca. Conoscenza geologica regionale e suo significato giacimentologico. La prospezione regionale e le sue tecniche. Studio e valutazione della mineralizzazione affiorante. Esplorazione del giacimento nel sottosuolo; campionatura; cubatura. Analisi della coltivabilità e valutazione tecnicoeconomica del giacimento.

REQUISITI. Essenziali: *Mineralogia e petrografia, Giacimenti minerali, Arte mineraria*; opportuno: *Geofisica applicata*.

PROGRAMMA

Scopi e programma. Ruolo della prospezione nell'industria mineraria. Conoscenze geologiche e tecniche di base. Richiami di giacimentologia con particolare riguardo alle correlazioni fra giacimenti e contesti geologici.

Compiti e fasi della ricerca regionale; schemi operativi; esempi di applicazione. Programmazione della ricerca; criteri di base; aspetti economici; modelli matematici.

Documentazione geologica di base. Cartografia geologica, tecniche di rilevamento aereo e da satellite; cenni di interpretazione fotogeologica; il lavoro sul terreno.

Documentazione geomineraria. Potenzialità metallogeniche della regione.

Prospezione regionale. Metodi di telerilevamento, prospezione mineralogica alluvionale e studio dei *placers*. Prospezione geochimica: ambienti; campionatura e tecniche analitiche; elaborazione ed interpretazione dei risultati. Richiami di prospezione geofisica. Esempi di applicazione.

Studio della mineralizzazione affiorante. Rilievo speditivo. Lavori di accertamento in superficie. Valutazione dell'indizio. Schedatura e carta degli indizi.

Esplorazione del giacimento nel sottosuolo. Sondaggi: tipologia; maglia. *Logging* e studio del campione.

Lavori minerali e relativi criteri di impostazione. Rilievo in sottterraneo. Campionatura: metodi; utilizzazione dei campioni; tenori. Cubatura: metodi; classifi-

cazione delle riserve. Estensione dei tenori ai blocchi; geostatistica mineraria. Analisi della coltivabilità. Valutazione tecnico-economica del giacimento

ESERCITAZIONI

In aula: carte geologiche; problemi di stratimetria; stima dei tenori e cubatura.

Sul terreno: uso della batea; rilevamento radiometrico; rilievo di una mineralizzazione affiorante.

BIBLIOGRAFIA

J.B. Chaussier, J. Morer, *Manuel du prospecteur minier*, BRGM, Orléans, 1981.

Y. Berton, P. La Berre, *Guide de prospection des matériaux de carrière*, BRGM, Orléans, 1983.

M. Kuzvart, M. Bohmer, *Prospecting and exploration of mineral deposits*, Elsevier, Amsterdam, 1978.

C. Granier, *Introduction à la prospection géochimique des gîtes métallifères*, Masson, Paris, 1973.

R 4470 **Recupero delle materie prime secondarie**

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 56 esercitazioni 28 laboratori 15 (settimanali 4/2/(1))

Prof. Carlo Clerici (Georisorse e territorio)

Partendo dal moderno concetto della gestione integrata delle materie prime e delle risorse energetiche, delimitato da vincoli ambientali aventi pesanti riflessi economici diretti ed indiretti, il corso intende esemplificare principi e schemi operativi per il recupero delle risorse costituite dai rifiuti urbani e da alcuni scarti industriali, al fine di dare avvio alla formazione di specialisti nel campo organizzativo e gestionale del trattamento di tali materie prime secondarie.

PROGRAMMA

Definizione e catalogazione dei tipi di rifiuti, anche sulla base delle normative comunitarie e nazionali. L'evoluzione del concetto del rifiuto: da scarto a risorsa.

La gestione dei rifiuti urbani. Il problema delle discariche. Raccolta differenziata; incenerimento; recupero energetico; compostaggio; cernita. I consorzi.

Caratterizzazione dei rifiuti urbani (quantità, composizione, assortimento granulometrico, degradabilità, proprietà fisiche fondamentali).

Tendenze moderne per la separazione e la valorizzazione dei componenti metallici, vetrosi, plastici, cartacei, humici. Frammentazione, separazione granulometrica e densimetrica, per proprietà elastiche, termiche, meccaniche, cromatiche, morfometriche, elettriche, magnetiche, con metodi fluidodinamici.

Cicli di trattamento e diagrammi di flusso; rese, recuperi, tenori. Elementi economici. Esempi di utilizzo di rifiuti urbani a fini energetici ed industriali. Sottoprodotti e rifiuti industriali.

Esemplificazione di schemi di recupero di scarti delle industrie metallurgiche; riciclo di prodotti agricoli, abrasivi, ceramici, dell'industria manifatturiera.

ESERCITAZIONI

Esercizi di calcolo sulle distribuzioni delle proprietà, sulle rese, recuperi e tenori di cicli di trattamento per via fisica di materiali particolati, su elaborazioni di dati economici d'impianto e di esercizio per cicli di trattamento di scarti urbani ed industriali.

LABORATORI

Prove di selezione di granulati in funzione di proprietà varie. Visite tecniche ad impianti di incenerimento e/o di selezione di scarti urbani.

BIBLIOGRAFIA. Appunti forniti dal docente.

R 4560 Rilevamento geologico tecnico

Anno:periodo 4,5:1 Impegno (ore): lezioni 40 esercitazioni 70 (settimanali 3/5)

Docente da nominare (Georisorse e territorio)

Il corso, a carattere eminentemente pratico, si propone di affrontare da un punto di vista tecnico-esecutivo le problematiche illustrate sotto l'aspetto teorico in corsi precedenti.

REQUISITI.

Una proficua frequenza richiede come materie propedeutiche essenziali: *Topografia, Geofisica applicata, Principi di geotecnica, Litologia e geologia o Geologia applicata.*

PROGRAMMA

Il rilevamento sul terreno in funzione delle diverse esigenze progettuali.

Natura, composizione, giacitura, caratteristiche tecniche delle formazioni.

Scelta delle prove geognostiche *in situ* e prescrizioni esecutive. Prelievo campioni, loro trasporto, scelta delle indagini di laboratorio: tipo, quantità, modalità di prova. Discussione dei risultati delle prove. Elaborazione dei dati sperimentali: correlazioni tra composizione mineralitologica e proprietà tecniche delle rocce.

Rilevamento finalizzato alla redazione di carte tematiche e specialistiche: carte di rischio. Rilievo ed interpretazione aereofotogeologica.

Rilevamento finalizzato alla progettazione di interventi a prevenzione e bonifica per: scavi in terreni sciolti instabili (fondazioni, cave, discariche, ecc.); bonifica di fenomeni franosi, scavo in roccia (cave, gallerie, ecc.).

ESERCITAZIONI. Svolte interamente sul terreno, costituiscono la parte fondamentale del corso ed implicano il riconoscimento geologico e geotecnico di formazioni *in situ* e l'individuazione di tutte le analisi indagini necessarie per la redazione di un progetto definitivo.

R 4740 Sicurezza e analisi di rischio

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 76 esercitazioni 24 (settimanali 6/2)

Prof. Giovanni Del Tin (Energetica)

Il corso si propone di fornire gli elementi conoscitivi e gli strumenti operativi per l'analisi di sicurezza di impianti e sistemi complessi, attraverso le metodologie sia deterministiche che probabilistiche.

PROGRAMMA

Modalità di analisi dell'impianto e del processo (sequenze incidentali innescate da eventi interni, sequenze incidentali causate da eventi esterni).

Modelli fisici per la previsione dei rilasci accidentali di energia e di sostanze pericolose (modelli di calcolo relativi a: irraggiamento da incendi, sovrappressione da esplosione, dispersione dei rilasci di aeriformi, liquidi saturi, fluidi solubili e insolubili in acqua).

Identificazione del rischio: analisi di operabilità (HAZOP) e analisi dei modi e degli effetti dei guasti (FMEA).

Stima del rischio:

- valutazione della probabilità di accadimento e dimensioni delle conseguenze degli eventi incidentali;
- analisi statistiche;
- analisi di affidabilità con le tecniche dell'albero degli eventi, dell'albero dei guasti e con metodi markoviani;
- metodi simulativi.

Valutazione e controllo dei rischi:

- modalità di intervento per ridurre le probabilità di accadimento dell'incidente;
- mitigazione delle conseguenze attraverso interventi:
 - nel progetto dell'impianto (*stand-by*, ridondanza, diversificazione, sistemi di protezione),
 - nella localizzazione (valutazioni di localizzazioni alternative),
 - nelle procedure di esercizio e manutenzione (sistemi con componenti riparabili e non),
 - nelle procedure di emergenza;
- costruzione del *probabilistic risk assessment* (PRA) per un impianto di riferimento.

ESERCITAZIONI.

È prevista l'analisi particolareggiata di un impianto di riferimento attraverso l'applicazione delle tecniche FMEA, HAZOP, albero degli eventi, albero dei guasti e con l'utilizzazione di codici di calcolo per l'analisi quantitativa.

BIBLIOGRAFIA.

M.D. Shooman, *Probabilistic reliability: an engineering approach*, McGraw-Hill, 1969.

A. Pages, M. Gondran, *Fiabilité des systèmes*, Eyrolles, Paris, 1980.

E.J. Henley, H. Kumamoto, *Reliability engineering and risk assessment*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1981.

R. Billinton, R.N. Allan, *Reliability evaluation of engineering systems*, Plenum, New York, 1983.

A.E. Green, *Safety systems reliability*, Wiley, Chichester, 1983.

R 4750 Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 65 esercitazioni 25 laboratori 15 (settimanali 5/(3))

Prof. Mario Patrucco (Georisorse e territorio)

Il corso si propone di evidenziare i problemi di sicurezza per quanto concerne i settori della prevenzione infortuni, dell'igiene del lavoro e della protezione dell'ambiente esterno dai vari fattori inquinanti connessi con l'attività estrattiva e di scavo. Quanto sopra con riferimento sia agli aspetti normativi che a quelli tecnici, di rilevamento e bonifica.

PROGRAMMA

1. La sicurezza del lavoro: definizione del problema nei suoi diversi aspetti: anti-infortunistica; igiene del lavoro, ergonomia e psicologia del lavoro. Analisi delle condizioni di sicurezza; affidabilità e sicurezza; rischio e criteri di individuazione del livello di sicurezza; fattori (controllabili e non controllabili) che influiscono sul carico di lavoro: naturali, tecnici ed umani.
2. La normativa in materia di sicurezza del lavoro e di difesa ambientale per l'attività estrattiva e di scavo: analisi dei supporti normativi nazionali delle direttive comunitarie e delle principali norme e raccomandazioni straniere: organi ispettivi in tema di sicurezza del lavoro.
3. Problematiche infortunistiche: analisi delle cause dirette ed indirette di infortunio, mezzi e tecniche di prevenzione, valutazioni statistiche del fenomeno infortunistico.
4. Problemi di igiene ambientale: misura, valutazione delle condizioni di comfort e di rischio di danno, prevenzione e protezione per principali agenti inquinanti (microclima, rumore, vibrazioni, polveri e gas).
5. Aspetti ergonomici del lavoro: caratteristiche ottimali dei posti di lavoro in generale e con riferimento all'impiego di macchine operatrici.
6. Analisi delle condizioni di rischio di danno o disturbo nei confronti di terzi derivanti da immissioni nell'ambiente esterno (rilevamento, raffronto con limiti normati, tecniche di riduzione delle immissioni).

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni vertono sull'analisi di casi e su argomenti di specifico interesse dell'allievo.

LABORATORI. Misure di agenti inquinanti l'ambiente industriale ed esterno.

R 5150 Stabilità dei pendii

Anno: periodo 4,5;2 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 28 (settimanali 6/2)

Prof. Gian Paolo Giani (Georisorse e territorio)

Il corso è dedicato all'analisi di stabilità di pendii naturali ed artificiali. Nel primo caso si danno degli elementi necessari per l'identificazione, il controllo ed il consolidamento di fenomeni franosi; nel secondo caso si propongono dei metodi di caratterizzazione geotecnica di terreni e rocce e metodi di calcolo per il dimensionamento di scavi e rilevati.

REQUISITI. Per poter seguire il corso è necessario aver acquisito le conoscenze di base che derivano da un corso di *Geotecnica* (o *Principi di geotecnica*).

PROGRAMMA

Nella parte introduttiva del corso vengono classificati i diversi tipi di movimenti franosi in roccia ed in terra, distinguendoli sulla base delle caratteristiche del movimento.

A ciò segue una parte che riguarda la caratterizzazione geotecnica, specifica per il problema di stabilità dei pendii, di terreni e masse rocciose.

Successivamente vengono esaminati gli effetti del moto di filtrazione dell'acqua nei terreni e nei mezzi rocciosi sulla stabilità.

Si discutono quindi i modelli geomeccanici che possono essere messi a punto per descrivere il comportamento meccanico di masse rocciose e di terreni e si espongono alcuni metodi di verifica di stabilità di pendii in campo statico e dinamico.

Il corso termina con alcune lezioni relative all'analisi dell'efficacia di metodi di consolidamento e di difesa.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni riguardano lo svolgimento, anche di tipo numerico, di casi pratici. È previsto anche un sopralluogo per visita a lavori di consolidamento.

BIBLIOGRAFIA

G.P. Gianì, *Analisi di stabilità dei pendii. Parte I, Classificazione dei fenomeni di instabilità, pendii naturali e fronti di scavo in roccia*, Ass. Min. Subalpina, Torino, 1988.
 E. Hoek, J.W. Bray, *Rock slope engineering*, IMM, London, 1981.
 L. Schuster, R.L. Krizek, *Landslides: analysis and control*, Nat. Acad. Sciences, Washington, 1978.

R 5210 Storia dell'architettura e dell'urbanistica

Anno: periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 48 (settimanali 6/4)

Prof. Paolo Scarzella (Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)

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. 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'Ecclettismo,
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.

R 5430 Tecnica della perforazione petrolifera

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 40 laboratori 15 (settimanali 4/4)

Prof. Raffaele Romagnoli (Georisorse e territorio)

È scopo del corso preparare alla progettazione, programmazione e conduzione delle principali operazioni per la perforazione petrolifera su terra e a mare.

REQUISITI. *Meccanica applicata alle macchine* (o corso equivalente), *Ingegneria degli scavi, Idraulica, Elettrotecnica, Geofisica applicata.*

PROGRAMMA

Organizzazione dei cantieri di perforazione. Evolvere della configurazione del pozzo dall'intesto al completamento di produzione.

Operazioni della perforazione *rotary*. Impianti diesel-meccanici e diesel-elettrici. Batteria di perforazione, colonne di rivestimento, cavo di manovra e loro "fatica". Perforazione orientata e stabilizzazione continua e puntuale della perforazione.

Proprietà dei fluidi plastici e pseudoplastici per il trasporto ed il sostegno dei detriti e loro determinazione. Composizione e correttivi principali dei fanghi di perforazione e delle malte di cemento. Ottimizzazione del sistema pompe di spinta fango - circuito idraulico - duse dello scalpello.

Andamento delle pressioni statica, motrice e totale in pozzo rispetto alla pressione interstiziale e alla fratturazione degli strati in tipiche operazioni di pozzo. Manovre idrauliche per il controllo del pozzo nelle formazioni sovrappressurate.

Meccanismo di lavoro dello scalpello e del fango iniettato sul fondo: ottimizzazione dei parametri meccanici della perforazione *rotary*.

Progetto delle colonne di rivestimento dei pozzi e loro calo, cementazione e incuneamento.

Dispositivi per il comando di operazioni in pozzo e attrezzi per le stesse.

Influenza del battente d'acqua sulla perforazione a mare e problemi connessi per le fondazioni della piattaforma di lavoro, per il ritorno del fango in superficie e per il controllo idraulico del pozzo. Le teste pozzo sottomarine ed il blocco dei preventori e il loro collegamento con gli impianti di perforazione galleggianti.

ESERCITAZIONI

Analisi operativa di attrezzi.

Soluzione di problemi di stabilizzazione continua e puntuale. Progetto della espulsione di gas dal pozzo e dell'appesantimento del fango. Ottimizzazione della idraulica e della meccanica della perforazione *rotary*.

Verranno inoltre eseguite in laboratorio la determinazione delle proprietà reologiche di fanghi di perforazione e la simulazione con modello fisico di manovre idrauliche per il controllo del pozzo.

È richiesto un tirocinio pratico presso un cantiere di perforazione petrolifera.

BIBLIOGRAFIA

Manuali di perforazione, AGIP Mineraria.

W.C. Maurer, *Advanced drilling techniques*, Petroleum Publ., Tulsa, 1980.

W.C. Goins, R. Sheffield, *Blowout prevention*, Gulf Publ., 1983.

P. L. Moore, *Drilling Practices Manual*, Pennwell, Tulsa, 1992.

R 5460 **Tecnica delle costruzioni**

Anno:periodo 4,5:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 60 (settimanali 4/4)

Prof. Luigi Goffi (Ing. strutturale)

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).

R 5490 **Tecnica ed economia dei trasporti**

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 50 (settimanali 4/4)

Prof. Adelmo Crotti (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

Il corso è di base per tutto quanto attiene alla mobilità delle persone e delle merci, alle metodologie di gestione dei vari servizi pubblici e privati, alle correlazioni tra infrastrutture e veicoli. Esso tratta quindi i sistemi di trasporti terrestri, aerei, marittimi e per vie d'acqua interne in un'ottica pianificatoria sia economica che di esercizio.

PROGRAMMA

Problemi energetici e riflessi sul sistema dei trasporti. Il conto nazionale dei trasporti nel quadro nazionale del bilancio ed in raffronto al prodotto interno lordo.

Panorama, problematiche e struttura dei trasporti ferroviari, stradali, aerei, navali e per vie d'acqua.

I trasporti urbani e suburbani. Capacità e potenzialità di linea e delle infrastrutture terminali.

Pianificazione dei trasporti e modelli di simulazione.

Indici di produttività e forme di gestione del servizio di trasporto.

Le forme di mercato e la domanda di trasporto. Il costo dei diversi modi di trasporto.

Le previsioni della domanda e l'offerta del trasporto. I prezzi e le tariffe.

I bilanci delle aziende di trasporto. I piani di finanziamento per la realizzazione e la gestione dei sistemi di trasporto. La valutazione degli investimenti. L'analisi costi-benefici.

La politica dei trasporti nella CEE.

R 5510 **Tecnica urbanistica**

Anno: periodo 4:2 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 50 laboratori 10 (settimanali 4/4(2))

Prof. Enrico Desideri (Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)

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. Le problematiche dell'edilizia e dei relativi *standard*. Traffico, strade e circolazione.

Le infrastrutture urbane e gli *standards* urbanistici.

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.

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.

BIBLIOGRAFIA

Durante il corso saranno messe a disposizione degli allievi dispense settoriali del corso: di volta in volta sarà fornita ampia bibliografia per l'approfondimento dei singoli temi.

R 5610 **Tecnologia del petrolio e petrolchimica**

Anno: periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 14 (settimanali 5/1)

Prof. Giuseppe Gozzelino (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso si propone di fornire una informazione di base ed attuale sugli aspetti chimici e tecnologici della trasformazione del petrolio grezzo in prodotti commerciali di largo impiego. Attraverso analisi termodinamiche, cinetiche e processistiche si sviluppa una rassegna e studio delle tecnologie impiegate nella raffinazione del greggio e dei processi sviluppati su scala industriale per ottenere dagli idrocarburi prodotti funzionalizzati di impiego generale e monomeri per la produzione di materiali polimerici.

PROGRAMMA

Aspetti storici ed economici dell'impiego industriale degli idrocarburi derivati dal petrolio; prodotti industriali di derivazione petrolchimica; caratterizzazione e valutazione tecnologica delle materie prime.

Processi di raffinaria; separazione e purificazione delle miscele idrocarburiche di interesse energetico e petrolchimico; conversione delle frazioni gassose e liquide mediante processi catalitici di *cracking*, alchilazione, isomerizzazione, *reforming*, oligomerizzazione.

Produzione di mono- e diolefine attraverso *steam cracking* e deidrogenazione; separazione e purificazione dei prodotti.

Produzione di aromatici e frazionamento delle miscele BTX; reazioni di interconversione e alchilazione aromatica.

Processi per acetilene, *n*-paraffine, carbonio industriale.

Prodotti di impiego generale e monomeri derivati dalle olefine per idroformilazione, ossidazione, idratazione, alogenazione.

Aspetti di ecologia e sicurezza nell'impiego energetico e chimico dei petrol-derivati.

Processi per l'ottenimento di alcuni prodotti finiti di origine petrolchimica (detergenti, fibre, polimeri).

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni consistono in applicazioni, eventualmente in laboratorio, dei concetti sviluppati a lezione.

BIBLIOGRAFIA

C. Giavarini, A. Girelli, *Tecnologia del petrolio*, Siderea, Roma.

C. Giavarini, A. Girelli, *Petrochimica*, Siderea, Roma.

J.M. Gary, G.E. Handwerk, *Petroleum refining*, Dekker, New York.

R 5710 Tecnologie metallurgiche

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 25 laboratori 15 (settimanali 5/3)

Prof. Mario ROSSO (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso ha come scopo lo studio comparativo dei processi e delle tecnologie di formatura e di giunzione dei particolari metallici. In particolare vengono studiati e confrontati i processi di deformazione plastica, fonderia e metallurgia delle polveri.

Dopo aver approfondito i principi fondamentali su cui si basano le tre tecnologie, vengono esaminati i processi e gli impianti utilizzati, i rispettivi settori di applicazione ed i materiali metallici, compresi i compositi a matrice metallica, idonei ai singoli processi. Infine sono trattate le tecniche di giunzione.

Uno stretto contatto con le realtà industriali più significative, esplicantesi anche con visite appositamente programmate, fornisce un contenuto pratico al corso e favorisce un migliore aggiornamento su evoluzione e innovazione tecnologica. Sono previste lezioni, esercitazioni, laboratori e visite ad industrie.

PROGRAMMA*Deformazione plastica.*

Richiami alla teoria della plasticità ed ai meccanismi di formatura. Caratteristiche di formabilità delle leghe metalliche. Fenomeni di attrito e lubrificazione. Fucinatura e stampaggio. Laminazione. Estrusione. Trafilatura. Imbutitura.

Fonderia.

Richiami ai principali della solidificazione. Impianti per la fusione industriale di metalli e leghe. Modelli, anime e forme. Analisi dei diversi processi di formatura e di colata. Controllo e finitura dei getti. Vantaggi dei processi di fonderia.

Metallurgia delle polveri.

Produzione e caratterizzazione delle polveri. Miscelazione e compattazione, relativi impianti. Forme limite. Analisi del processo di sinterizzazione, sinterizzazione attivata. Forni e atmosfere di sinterizzazione. Lavorazioni complementari. Controllo, finitura e applicazioni dei sinterizzati. Confronto tra le differenti alternative tecnologiche e criteri di scelta. Ottimizzazione tecnico-economica ed indici di costo.

Tecniche di giunzione.

Concetto di saldabilità e metallurgia della saldatura. Saldatura ad arco, a scoria conduttrice, a resistenza, a frizione, a gas, a laser e a plasma. Brasatura.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Vengono sviluppati esempi applicativi e di calcolo sugli argomenti oggetto delle lezioni. Le prove in laboratorio riguarderanno le caratteristiche di formabilità e microstrutturali dei materiali assoggettati alle diverse tecnologie.

BIBLIOGRAFIA

Appunti del corso.

G. Dieter, *Mechanical metallurgy*, McGraw-Hill, Tokyo, 1988.

G. Mazzoleni, *Tecnologia dei metalli*, 3 vol., UTET, Torino, 1980.

E. Mosca, *Metallurgia delle polveri*, AMMA, Torino, 1983.

R 5740 Telerilevamento

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 52 esercitazioni 52 (settimanali 4/4)

Docente da nominare (Georisorse e territorio)

Il corso fornisce solide basi per l'acquisizione, il trattamento e l'interpretazione dei dati territoriali rilevati, da satellite o aereo, mediante sensori fotografici e non.

REQUISITI. (Consigliati) *Topografia, Fotogrammetria, Cartografia numerica.*

PROGRAMMA**Introduzione.**

Principali leggi fisiche sulla radiazione elettromagnetica. Emissività, riflettività, firma spettrale, radiazione di corpo nero.

Strumenti di ripresa.

Camere fotografiche normali e multispettrali. Accoppiamento filtro-pellicola. Tipi di pellicola. Tipi di rivelatore. Dispositivi ottico-meccanici a scansione. Telecamere. Radar. Radiometri. Piattaforme di ripresa. Influenza dell'atmosfera sulla raccolta dei dati. Concetto di risoluzione geometrica, radiometrica, spettrale. Definizione del *pixel*.

Strumenti di restituzione.

Sintetizzatori analogici di immagini. Sistemi digitali. *Software* di restituzione. Conversione analogico-digitale. Scale.

Elaborazione dei dati.

Elaborazioni analogiche e digitali. Principali algoritmi matematici impiegati nelle elaborazioni numeriche. Principi di teoria delle informazioni.

Principi fondamentali di interpretazione dei dati.

Applicazioni territoriali: la costruzione di mappe tematiche. Classificazione dei suoli; mappe dell'umidità superficiale. Applicazioni in geologia strutturale. Classificazione dei tipi di copertura vegetale e *land use*. Applicazioni del telerilevamento nel controllo dell'inquinamento delle acque. L'impiego della termografia aerea o da satellite per lo studio della circolazione di estese superfici d'acqua. Impiego della termografia per il restauro delle opere d'arte. L'osservazione dei fenomeni non esclusivamente superficiali. Esempi di applicazioni del telerilevamento in archeologia. Misura degli stati di stress termico. Misura delle perdite di calore degli edifici.

BIBLIOGRAFIA

Manual of remote sensing, American Soc. of Photogrammetry

P.N. Slater, *Remote sensing*, Addison-Wesley, 1980.

Floyd F. Sabins, *Remote sensing principles and interpretation*, Freeman, 1978.

G.M. Lechi, *Appunti di telerilevamento*, CUSL, 1990.

R 5880 Teoria e tecnica della circolazione

Anno/periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 50 (settimanali 4/4)

Prof. Mario Villa (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

PROGRAMMA

Introduzione.

Il fenomeno della mobilità: i fattori territoriali, socio-economici, infrastrutturali. I sistemi di trasporto.

La definizione di grandezze.

L'ingegneria del traffico e della circolazione.

La pianificazione generale e settoriale.

Pianificazione socio-economica, territoriale, dei trasporti, del traffico e della circolazione ai vari livelli: nazionale, regionale, comprensoriale e locale. La formulazione degli obiettivi e l'integrazione fra i vari livelli del piano.

La struttura della domanda di mobilità.

Elementi di economia urbana: la formazione urbana, la crescita urbana. Il concetto di polo e di polarizzazione. La correlazione fra lo sviluppo economico, l'urbanizzazione e la domanda di mobilità. I fattori di uso del suolo: le attività, la loro distribuzione (la zonizzazione), l'intensità. La rete delle infrastrutture: strade, ferrovie, linee aeree. La motorizzazione.

L'analisi della domanda.

Le indagini conoscitive. I modelli del traffico. La distribuzione fra i modi di trasporto.

Il traffico pedonale.

L'analisi dell'offerta.

Capacità e potenzialità delle infrastrutture. Le intersezioni, i nodi, le confluenze, le diversioni, le rampe, ecc.

Teoria della circolazione.

Flussi, velocità, densità, distanziamento, sosta. I metodi di rilevamento.

L'analisi della domanda futura di mobilità.

La destinazione dell'uso del suolo. Lo sviluppo della motorizzazione. Cenni sui modelli di previsione e sul loro uso.

L'analisi di fattibilità.

La formulazione del progetto. Le prestazioni del sistema. I livelli di servizio. L'impatto sul territorio e sull'ambiente. L'analisi economica.

La regolazione e il controllo del traffico e della circolazione.

La regolazione delle reti, del distanziamento, delle intersezioni. La marcia. Tecniche di simulazione. La pianificazione urbana del traffico.

Cenni di legislazione e normativa.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni riguardano gli argomenti principali del corso con applicazioni numeriche e quantitative e soluzioni di problemi caratteristici: i modelli di simulazione, intersezioni, analisi costi-benefici, ecc.

BIBLIOGRAFIA

M. Villa, *Tecnica del traffico e della circolazione*, CLUT, Torino.

M. Villa, *Elementi di economia urbana*, CLUT, Torino.

M. Villa, *Esercizi di tecnica del traffico e della circolazione*, CLUT, Torino.

A. Orlandi, *Tecnica della circolazione*, Patron.

R 6060 Trattamento dei solidi

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 52 esercitazioni 26 laboratori 26 (settimanali 4/2/2)

Prof. Enea Occella (Georisorse e territorio)

La disciplina concerne i principi ed i processi, di carattere essenzialmente fisico, utilizzabili per l'elaborazione di grezzi minerari e di sostanze artificiali solide in pezzatura, al fine di variarne la granulometria, lo stato di aggregazione ed allo scopo di separarne i costituenti.

La finalità del corso è tecnico-professionale, per il campo minerario e vari ambiti collaterali (metallurgia, costruzioni civili e stradali, industria dei laterizi, dei leganti, delle ceramiche).

REQUISITI. Le nozioni propedeutiche si traggono dagli insegnamenti di *Fisica* e di *Chimica* dei primi due anni, oltre che dalla *Scienza dei materiali* e *Chimica applicata*.

PROGRAMMA

Richiamo sulle proprietà fisiche dei materiali solidi, in relazione alle possibilità di frammentazione, di classificazione per dimensioni e per massa volumica, di separazione in funzione di proprietà magnetiche, elettriche, termiche, elastiche, cromatiche, morfometriche, di superficie. Relative rappresentazioni analitiche e grafiche.

Liberazione per comminuzione e distacco ai contorni.

Comminuzione: principi e realizzazioni nei circuiti di frantumazione, triturazione, macinazione.

Classificazione: per vagliatura; per densità; volume, forma e loro combinazioni.

Separazione: per densità, per via idrogravimetrica e pneumatica; per flottazione; con metodi elettrici, magnetici, radiometrici; per cernita automatica; per comminuzione differenziale.

Schemi di trattamento dei solidi, con riferimento a grezzi ed a scarti industriali e rifiuti urbani.

Giustificazione tecnica ed economica dei processi di trattamento.

ESERCITAZIONI

Proporzionamento di apparecchi e circuiti di classificazione, comminuzione, separazione dei solidi. Considerazioni economiche relative.

LABORATORI

Analisi di proprietà granulometriche, densimetriche, magnetiche di granulati e particolati; saggi di comminuzione e di separazione.

BIBLIOGRAFIA

A. Frisa Morandini, *Dispense di Preparazione dei minerali* (1977, in corso di rielaborazione).

B.A. Wills, *Mineral processing technology*, Pergamon, Oxford, 1979.

R 6090 Urbanistica

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 52 esercitazioni 52 (settimanali 4/4)

Prof. Franco Mellano (Ing. dei sistemi edilizi e territoriali)

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.

Indice alfabetico degli insegnamenti

<i>pag.</i>	<i>corso</i>	<i>[anno:periodo]</i>
39	R0020	Acquedotti e fognature [5:2]
39	R0214	Analisi e riconoscimento dei minerali (corso ridotto, 1/2 annualità) [5:1]
21	R0231	Analisi matematica 1 [1:1]
25	R0232	Analisi matematica 2 [2:1]
41	R0330	Architettura tecnica [3:2]
42	R0345	Arte mineraria + Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva (corso integrato) [4:2]
29	R0510	Calcolo numerico [2:2]
43	R0580	Cartografia numerica [5:2]
43	R0600	Cave e recupero ambientale [5:2]
22	R0620	Chimica [1:1]
44	R0660	Chimica industriale [4:1]
45	R0790	Composizione urbanistica [5:2]
45	R0820	Consolidamento dei terreni [5:1]
46	R0930	Costruzione di gallerie [4,5:2]
47	R1000	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti [4:2]
48	R1002	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti 2 [5:2]
49	R1220	Dinamica degli inquinanti [5:1]
69	R1360	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche [5:1,2]
26	R1370	Disegno [2:1,2]
26	R1390	Disegno di impianti e di sistemi industriali [2,3:1]
50	R1460	Economia applicata all'ingegneria [5:1]
51	R1520	Economia ed estimo civile [5:2]
51	R1640	Elementi di ecologia [4:1]
53	R1650	Elementi di geochimica applicata alla prospezione mineraria [5:2]
29	R1660	Elementi di meccanica teorica e applicata [2:2]
53	R1790	Elettrotecnica [3:1]
39	R1794	Elettrotecnica (corso ridotto, 1/2 annualità) [3:2]
54	R1795	Elettrotecnica + Impianti minerari (corso integrato) [4:2]
55	R1820	Energetica applicata [4:1]
23	R1901	Fisica 1 [1:2]
27	R1902	Fisica 2 [2:1]

- 56 R2010 Fisica dell'atmosfera [3:2]
36 R2060 Fisica tecnica [3,4:1]
56 R2090 Fluidodinamica ambientale [4:2]
30 R2160 Fondamenti di chimica industriale [2:2]
24 R2170 Fondamenti di informatica [1:2]
57 R2190 Fotogrammetria [5:1]
58 R2200 Fotogrammetria applicata [5:2]
59 R2240 Geofisica applicata [3,5:2]
60 R2250 Geofisica mineraria [5:1]
60 R2281 Geologia applicata (ambientale) [3:2]
61 R2282 Geologia applicata (tecnica) [3:2]
62 R2283 Geologia applicata (territoriale) [3:2]
24 R2300 Geometria [1:2]
63 R2340 Geotecnica [4,5:2]
63 R2414 Gestione delle aziende estrattive (corso ridotto, 1/2 annualità) [5:1]
64 R2480 Giacimenti minerari [4:1]
37 R2490 Idraulica [3:1]
65 R2500 Idraulica ambientale [5:1]
66 R2530 Idrogeologia applicata [5:1]
67 R2550 Idrologia tecnica [4,5:1]
67 R2625 Impianti dell'industria di processo + Tecnica della sicurezza ambientale (corso integrato) [4:2]
68 R2660 Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti [5:2]
69 R2680 Impianti e cantieri viari [4,5:1]
70 R2800 Impianti speciali idraulici [5:1]
70 R2840 Indagini e controlli geotecnici [5:2]
71 R2880 Infrastrutture idrauliche [5:1]
71 R2900 Ingegneria degli acquiferi [4,5:1]
72 R2910 Ingegneria degli scavi [3:2]
72 R2920 Ingegneria dei giacimenti di idrocarburi [5:2]
73 R3040 Istituzioni di economia [3:2]
74 R3080 Litologia e geologia [3,5:2]
74 R3090 Localizzazione dei sistemi energetici [5:1]
75 R3114 Macchine (corso ridotto, 1/2 annualità) [3:2]
76 R3240 Meccanica dei fluidi nel sottosuolo [4:2]
76 R3340 Meccanica delle rocce [4,5:1]

- 31 R3595 Mineralogia e petrografia + Caratterizzazione tecnologica delle materie prime (corso integrato) [2:2]
- 77 R3790 Modellistica e controllo dei sistemi ambientali [5:1]
- 78 R3860 Opere in sotterraneo [5:2]
- 79 R3904 Petrografia (corso ridotto, 1/2 annualità) [5:1]
- 79 R3920 Pianificazione e gestione delle aree metropolitane [5:2]
- 80 R3970 Principi di geotecnica [4:1]
- 81 R4000 Principi di ingegneria chimica ambientale [5:1]
- 81 R4060 Processi di trattamento degli effluenti inquinanti [5:1]
- 82 R4100 Produzione e trasporto degli idrocarburi [5:2]
- 83 R4390 Prospezione geomineraria [5:2]
- 84 R4470 Recupero delle materie prime secondarie [5:1]
- 83 R4550 Ricerca operativa [5:1]
- 85 R4560 Rilevamento geologico tecnico [4,5:1]
- 38 R4600 Scienza delle costruzioni [3:1]
- 85 R4740 Sicurezza e analisi di rischio [5:2]
- 86 R4750 Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva [5:1]
- 87 R5150 Stabilità dei pendii [4,5:2]
- 88 R5210 Storia dell'architettura e dell'urbanistica [4:1]
- 89 R5430 Tecnica della perforazione petrolifera [5:1]
- 90 R5460 Tecnica delle costruzioni [4,5:2]
- 90 R5490 Tecnica ed economia dei trasporti [5:1]
- 91 R5510 Tecnica urbanistica [4:2]
- 28 R5570 Tecnologia dei materiali e chimica applicata [2:1]
- 91 R5610 Tecnologia del petrolio e petrolchimica [4:1]
- 92 R5710 Tecnologie metallurgiche [5:2]
- 93 R5740 Telerilevamento [5:2]
- 94 R5880 Teoria e tecnica della circolazione [5:2]
- 32 R6021 Topografia A [2:2]
- 33 R6022 Topografia B [2,3:2]
- 33 R6023 Topografia C [2:2]
- 95 R6060 Trattamento dei solidi [5:2]
- 96 R6090 Urbanistica [5:2]

Indice alfabetico dei docenti

<i>pag.</i>	<i>Docente</i>	<i>corso</i>	<i>[anno:periodo]</i>
28	Acquarone, Giuseppina (Chimica)	R5570	Tecnologia dei materiali e chimica applicata [2:1]
38	Algotino, Franco (Ing. strutturale)	R4600	Scienza delle costruzioni [3:1]
60	Armando, Ernesto (Georisorse)	R2250	Geofisica mineraria [5:1]
50	Badino, Giovanni (Georisorse)	R1460	Economia applicata all'ingegneria [5:1]
81	Baldi, Giancarlo (Chimica)	R4000	Principi di ingegneria chimica ambientale [5:1]
62	Barisone, Giampiero (Georisorse)	R2283	Geologia applicata (territoriale) [3:2]
76	Barla, Giovanni (Ing. strutturale)	R3340	Meccanica delle rocce [4,5:1]
61	Bottino, Giannantonio (Georisorse)	R2282	Geologia applicata (tecnica) [3:2]
73	Bresso, Mercedes (Idraul., trasp., infrastr. civ.)	R3040	Istituzioni di economia [3:2]
37	Buffa, Enzo (Idraul., trasp., infrastr. civ.)	R2490	Idraulica [3:1]
56	Cancelli, Claudio (Aeronautica)	R2090	Fluidodinamica ambientale [4:2]
48	Capiluppi, Gianfranco (Idraul., trasp., infrastr. civ.)	R1002	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti 2 [5:2]
69	Caposio, Guido (Idraul., trasp., infrastr. civ.)	R2680	Impianti e cantieri viari [4,5:1]
51	Caruso, Angelo (Sist. edilizi)	R1520	Economia ed estimo civile [5:2]
60	Civita, Massimo (Georisorse)	R2281	Geologia applicata (ambientale) [3:2]
84	Clerici, Carlo (Georisorse)	R4470	Recupero delle materie prime secondarie [5:1]
26	Colosi, Giuseppe (Sist. produzione)	R1390	Disegno di impianti e di sistemi industriali [2,3:1]
43	Comoglio, Giuliano (Georisorse)	R0580	Cartografia numerica [5:2]
67	Conti, Romualdo (Chimica)	R2625	Impianti dell'industria di processo + Tecnica della sicurezza ambientale (int.) [4:2]
90	Crotti, Adelmo (Idraul., trasp., infrastr. civ.)	R5490	Tecnica ed economia dei trasporti [5:1]
29	D'Alfio, Nicolò (Meccanica)	R1660	Elementi di meccanica teorica e applicata [2:2]
22	Priola, Aldo (Chimica)	R0620	Chimica [1:1]
47	De Palma, Carlo (Idraul., trasp., infrastr. civ.)	R1000	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti [4:2]
21	De Stefano Viti, Stefania (Matematica)	R0231	Analisi matematica 1 [1:1]
70	Del Greco, Otello (Georisorse)	R2840	Indagini e controlli geotecnici [5:2]
80	=	R3970	Principi di geotecnica [4:1]

- | | | | |
|----|--|-------|--|
| 85 | Del Tin, Giovanni (Energetica) | R4740 | Sicurezza e analisi di rischio [5:2] |
| 57 | Dequal, Sergio (Georisorse) | R2190 | Fotogrammetria [5:1] |
| 32 | = | R6021 | Topografia A [2:2] |
| 79 | Desideri, Enrico (Sist. edilizi) | R3920 | Pianificazione e gestione delle aree metropolitane [5:2] |
| 91 | = | R5510 | Tecnica urbanistica [4:2] |
| 71 | Di Molfetta, Antonio (Georisorse) | R2900 | Ingegneria degli acquiferi [4,5:1] |
| 72 | = | R2920 | Ingegneria dei giacimenti di idrocarburi [5:2] |
| 67 | Di Natale, Michele (Idraul., trasp., infrastr. civ.) | R2550 | Idrologia tecnica [4,5:1] |
| 36 | Ferro, Vincenzo (Energetica) | R2060 | Fisica tecnica [3,4:1] |
| 43 | Fornaro, Mauro (Georisorse) | R0600 | Cave e recupero ambientale [5:2] |
| 31 | Frisa Morandini, Angelica (Georisorse) | R3595 | Mineralogia e petrografia + Caratterizzazione tecnologica delle materie prime (int.) [2:2] |
| 24 | Gai, Silvano (Autom. inform.) | R2170 | Fondamenti di informatica [1:2] |
| 54 | Gecchele, Giulio (Georisorse) | R1795 | Elettrotecnica + Impianti minerari (int.) [4:2] |
| 44 | Genon, Giuseppe (Chimica) | R0660 | Chimica industriale [4:1] |
| 45 | Ghionna, Vito (Georisorse) | R0820 | Consolidamento dei terreni [5:1] |
| 87 | Giani, Gian Paolo (Georisorse) | R5150 | Stabilità dei pendii [4,5:2] |
| 90 | Goffi, Luigi (Ing. strutturale) | R5460 | Tecnica delle costruzioni [4,5:2] |
| 91 | Gozzelino, Giuseppe (Chimica) | R5610 | Tecnologia del petrolio e petrolchimica [4:1] |
| 46 | Innaurato, Nicola (Georisorse) | R0930 | Costruzione di gallerie [4,5:2] |
| 63 | Jamiolkowski, Michele (Ing. strutturale) | R2340 | Geotecnica [4,5:2] |
| 74 | Lavagno, Evasio (Energetica) | R3090 | Localizzazione dei sistemi energetici [5:1] |
| 72 | Mancini, Renato (Georisorse) | R2910 | Ingegneria degli scavi [3:2] |
| 75 | Marzano, Mario ROCCO (Energetica) | R3114 | Macchine (1,2) [3:2] |
| 96 | Mellano, Franco (Sist. edilizi) | R6090 | Urbanistica [5:2] |
| 29 | Moroni, Paola (Matematica) | R0510 | Calcolo numerico [2:2] |
| 71 | Mosca, Paolo (Idraul., trasp., infrastr. civ.) | R2880 | Infrastrutture idrauliche (tecnologiche) [5:1] |
| 77 | Muratori, Simona (Autom. inform.) | R3790 | Modellistica e controllo dei sistemi ambientali [5:1] |
| 26 | Novello Massai, Giuseppa (Sist. edilizi) | R1370 | Disegno [2:1,2] |
| 95 | Occella, Enea (Georisorse) | R6060 | Trattamento dei solidi [5:2] |
| 30 | Onofrio, Maurizio (Chimica) | R2160 | Fondamenti di chimica industriale [2:2] |
| 69 | Orusa, Luciano (Sist. edilizi) | R1360 | Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche [5:1,2] |

83	Ostanello, Anna Maria (Sist. produzione)	R4550	Ricerca operativa [5:1]
86	Patrucco, Mario (Georisorse)	R4750	Sicurezza e difesa ambientale nell'industria estrattiva [5:1]
78	Pelizza, Sebastiano (Georisorse)	R3860	Opere in sotterraneo [5:2]
65	Pezzoli, Giannantonio (Idraul., trasp., infrastr. civ.)	R2500	Idraulica ambientale (ecologica) [5:1]
45	Picco, Giovanni (Sist. edilizi)	R0790	Composizione urbanistica [5:2]
63	Pinzari, Mario	R2414	Gestione delle aziende estrattive (1/2) [5:1]
51	Quaglino, Alberto (Georisorse)	R1640	Elementi di ecologia [4:1]
56	Ranieri, Gaetano (Georisorse)	R2010	Fisica dell'atmosfera [3:2]
59	=	R2240	Geofisica applicata [3,5:2]
53	Rodeghiero, Franco (Georisorse)	R1650	Elementi di geochimica applicata alla prospezione mineraria [5:2]
25	Rolando Leschiutta, Magda (Matematica)	R0232	Analisi matematica 2 [2:1]
89	Romagnoli, Raffaele (Georisorse)	R5430	Tecnica della perforazione petrolifera [5:1]
92	Rosso, Mario (Chimica)	R5710	Tecnologie metallurgiche [5:2]
31	Sandrone, Riccardo (Georisorse)	R3595	Mineralogia e petrografia + Caratterizzazione tecnologica delle materie prime (int.) [2:2]
88	Scarzella, Paolo (Sist. edilizi)	R5210	Storia dell'architettura e dell'urbanistica [4:1]
70	Schiara, Marcello (Idraul., trasp., infrastr. civ.)	R2800	Impianti speciali idraulici [5:1]
95	Sena, Carmelo (Georisorse)	R2200	Fotogrammetria applicata [5:2]
33	=	R6022	Topografia B [2,3:2]
33	=	R6023	Topografia C [2:2]
67	Specchia, Vito (Chimica)	R2625	Impianti dell'industria di processo + Tecnica della sicurezza ambientale (int.) [4:2]
68	=	R2660	Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti [5:2]
81	=	R4060	Processi di trattamento degli effluenti inquinanti [5:1]
23	Stepanescu Sansoè, Aurelia (Fisica)	R1901	Fisica 1 [1:2]
53	Tartaglia, Michele (Ing. elettrica)	R1790	Elettrotecnica [3:1]
27	Taverna Valabrega, Piera (Fisica)	R1902	Fisica 2 [2:1]
24	Tedeschi, Giulio (Matematica)	R2300	Geometria [1:2]
82	Varvelli, Riccardo (Georisorse)	R4100	Produzione e trasporto degli idrocarburi [5:2]
76	Verga, Gaudenzio (Georisorse)	R3240	Meccanica dei fluidi nel sottosuolo [4:2]
94	Villa, Mario (Idraul., trasp., infrastr. civ.)	R5880	Teoria e tecnica della circolazione [5:2]