

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE GEOLOGICHE
CLASSE L-34

LAUREA Ordinamento DM
270/04

INDICE ALFABETICO DEI CORSI (AA 2015-2016)

Analisi dei Materiali geologici	2
Applicazioni di Analisi strutturale.....	3
Campo Interambito I.....	4
Campo interambito II.....	4
Cartografia Numerica	5
Chimica.....	6
Complementi di Fisica e analisi dei dati sperimentali per la Geologia.....	8
Fisica.....	8
Fondamenti di Geofisica.....	9
Geochimica.....	10
Geografia fisica e laboratorio di cartografia I.....	11
Geologia Applicata.....	13
Geologia I con laboratorio.....	15
Geologia II	16
Geologia Stratigrafica.....	19
Geomorfologia.....	20
Matematica.....	21
Minerali, Ambiente, Risorse.....	22
Mineralogia	23
Paleontologia con laboratorio	25
Paleontologia dei Vertebrati.....	26
Petrografia con laboratorio	27
Rilevamento geologico e laboratorio di cartografia II	29
Vulcanologia.....	30

Analisi dei materiali geologici
(Codice insegnamento 004DD)
(6CFU, 5 CFU lezioni , 1CFU esercitazioni)

Prof. Massimo D'Orazio
Dipartimento di Scienze della Terra

Obiettivi formativi: Saper individuare e caratterizzare le varie tipologie di materiali geologici e le loro problematiche analitiche. Fornire agli studenti le conoscenze necessarie per lavorare autonomamente all'identificazione in diffrazione-X di minerali costituenti delle rocce anche in miscele polifasiche, utilizzando banche-dati informatiche attraverso ricerche sia combinate che automatiche. Conoscere i principi base delle più importanti tecniche strumentali usate nell'analisi chimica, isotopica e mineralogica di materiali geologici. Maturare il concetto di acquisizione, valutazione, trattamento e rappresentazione di dati geoanalitici in genere.

Programma:

Prima parte

I materiali geologici: definizione dei materiali geologici e loro caratterizzazione in relazione ai problemi connessi alla loro analisi chimica-fisica-mineralogica. Campionamento e preparazione dei campioni geologici: criteri di campionamento, materiali e strumenti per il prelievo e la conservazione dei campioni, strumenti e metodi per la preparazione dei campioni (pulitura, essiccazione, riduzione di dimensioni, suddivisione omogeneizzazione, etc.). Problemi di contaminazione. Analisi granulometriche per vagliatura. Tecniche di preparazione di polveri di rocce per analisi chimiche e mineralogiche. La separazione dei minerali per forma, densità e suscettività magnetica. Preparazione di campioni geologici tramite dissoluzione. Dissoluzione acida: proprietà degli acidi più usati in geoanalisi, tecniche di dissoluzione acida a bassa e alta pressione. Lisciviazioni, estrazioni selettive. Fusioni alcaline. Introduzione ad alcuni moderni metodi geoanalitici (XRF, ICP-MS, INAA, TIMS). Termini e definizioni fondamentali: segnale analitico, segnale di fondo, interferenze, deriva strumentale, effetti di matrice, precisione, accuratezza, limiti di rilevabilità, sensibilità. Strategie di calibrazione: calibrazione esterna, "standard additions", diluizione isotopica. Trattamento di dati geoanalitici con metodi statistici. Unità di misura e presentazione dei dati analitici. Errori e propagazione degli errori. Cifre significative. Rimozione degli "outliers". I "geostandards": preparazione, validazione e uso. Controllo qualità dati e certificazione laboratorio (esempio dell'International Laboratory Proficiency Test).

Esercitazioni

Attività in laboratorio: preparazione di campioni, esperimenti di dissoluzione acida, dissoluzione selettiva, separazione minerali per suscettività magnetica. Esempi di utilizzo e trattamento di dati geoanalitici reali. Norme di sicurezza in laboratorio. Utilizzo spettrometro XRF portatile.

Seconda Parte

Richiami sul funzionamento delle strumentazioni per diffrazione di polvere: camere di Debye-Scherrer e Gandolfi, diffrattometro delle polveri. Preparazione del campione per le diverse tecniche diffrattometriche: separazione di minerali al binocolare, macinazione, quartatura, controllo della granulometria della polvere. Errori ed influenza delle strumentazioni sulle misure.

Identificazione di minerali in diffrazione di polvere: campioni mono e polimineralici, uso di banche dati per l'identificazione automatica di fasi minerali, attraverso criteri di ricerca combinati, od in modo automatico. Affinamento ai minimi quadrati dei parametri di cella di un minerale con dati diffrattometrici.

Caratterizzazione di minerali costituenti delle rocce e di comuni minerali accessori quali feldspati, olivine, carbonati, solfuri; particolare attenzione verrà dedicata ai minerali argillosi. Studi diffrattometrici su problematiche di interesse ambientale e tecnologico: argille, amianto e fasi del gruppo del serpentino, minerali della serie columbite-tantalite (COL-TAN).

SEM/ MICROSONDA: Introduzione alla costruzione ed al funzionamento di SEM e microsonda, preparazione dei campioni. Caratterizzazione mediante immagini e dati analitici di minerali costituenti delle rocce e di fasi di interesse ambientale e tecnologico quale ad esempio l'amianto. Ricalcolo delle formule cristallografiche di minerali costituenti delle rocce su dati ottenuti al SEM ed alla microsonda.

Modalità d'esame: esame orale con voto.

Commissione di esame: N. Perchiazzi, M. D'Orazio, S. Rocchi

Testi consigliati (per l'approfondimento):

Bish, D.L., Post, J.E. (editors) 1989. Modern powder diffraction. Reviews in mineralogy, Mineralogical Society of America.

Gill, R., 1997. Modern analytical Geochemistry. Longman, 339 pp.

Gill, R., 1995. Chemical Fundamentals of Geology. Kluwer Academic Publishers, 305 pp.

Potts, P.J., 1987. A handbook of silicate rock analysis. Blackie, Glasgow, 622 pp.

Putnis, A.: Introduction to mineral sciences. pp. 41-80. Cambridge University Press

Riddle, C. 1993. Analysis of geological materials. Dekker, New York, 463 pp.

Rollinson, H.R., 1993. Using Geochemical Data. Prentice Hall, 376 pp.

Skoog, D.A. 1985. Principles of Instrumental Analysis. Third Edition, Saunders College Publishing, International Edition, 879 pp.

Wenk, G. : Electron microscopy in mineralogy. Springer Verlag, Berlin pp. 18-143

Applicazioni di analisi strutturale

(Codice esame 005DD)

(6CFU: 4 CFU lezione; 2CFU di lavoro sul terreno)

Dott. Giancarlo Molli

Dipartimento di Scienze della Terra

Obiettivi formativi:

Il Corso si propone, attraverso l'analisi di diversi aspetti della geologia delle Alpi Apuane, di fornire conoscenze metodologiche generali e specifiche per la realizzazione di studi geologico-strutturali in porzioni interne di sistemi orogenici e studi base per applicazioni di analisi strutturale.

Programma:

Le Alpi Apuane nella geologia dell'Appennino Settentrionale.

Richiami sulle caratteristiche della *strutturazione principale sin-metamorfica* nelle Alpi Apuane: geometrie, ambientazione termo-barica, vincoli cronologici: stratigrafici e radiometrici. Richiami sulla *strutturazione tardiva sin- e post-metamorfica*: geometrie, interpretazioni strutturali e ambientazioni geodinamiche.

Materiali lapidei nelle Alpi Apuane: tipi principali, distribuzione e caratteri giacimentologici.

I marmi delle Alpi Apuane: varietà merceologiche e giacimentologia.

Introduzione ai caratteri microstrutturali dei marmi Apuani. Distribuzione dei principali tipi microstrutturali e relazioni con la loro posizione nelle differenti strutture.

Mineralizzazioni e strutture deformative.

Il campo di deformazione fragile nelle Alpi Apuane: assetti geometrici e caratteristiche strutturali alle diverse scale. Vincoli geocronologici e stratigrafici della strutturazione fragile tardiva. Strutture fragili ed estrazione del marmo: problematiche di base.

Il corso comprende lezioni, esercitazioni ed un campo di 6 gg. nelle Alpi Apuane.

Commissione d'esame: G. Molli, G.Musumeci.

Verifica dell'apprendimento: Relazione delle esercitazioni sul terreno con allegata carta geologico-strutturale più prova orale.

Testi consigliati: Pdf lezioni e materiale di approfondimento distribuito durante il corso.

Orario di ricevimento: Da concordare con il docente

Campo Interambito I
(Codice insegnamento 127DD) 3 CFU

Prof. Sergio Rocchi,

con la collaborazione di: **Prof. Michele Marroni, Prof. Massimo D'Orazio, Prof. Chiara Montomoli**

Dipartimento Scienze della Terra

Obiettivi formativi

Osservazioni multidisciplinari sul terreno. Stesura elaborato di sintesi.

Programma

1. Lavoro preliminare. Lezioni introduttive con presentazione interdisciplinare da parte dei docenti delle problematiche geologiche dell'area di studio; reperimento e studio della bibliografia e della cartografia di base e tematica; preparazione materiali e attrezzature.
2. Lavoro di terreno. Osservazioni e raccolta di dati da parte degli studenti (lavoro in parte assistito dai docenti e in parte autonomo): descrizione affioramento, caratteri mineralogici e petrografici delle rocce, anisotropie e deformazioni, cronologia relativa degli eventi.
3. Elaborato finale. Relazione scritta inclusiva e sintetica di dati bibliografici, osservazioni di terreno, analisi su campioni raccolti ed elaborazioni grafiche dei dati.

Lezioni fuori sede

Lavoro di terreno (quattro giorni).

Modalità d'esame

Preparazione di una relazione scritta da consegnare al docente una settimana prima dell'esame, discussione sulla relazione.

Commissione di esame

Sergio Rocchi, Michele Marroni, Massimo D'Orazio, Chiara Montomoli.

Testi consigliati

Bibliografia specifica definita in occasione delle lezioni introduttive.

Campo Interambito II
(Codice esame 006DD)
3 CFU – Lezioni fuori sede

Dr. Giovanni Sarti

con la collaborazione di: **Prof. Roberto Giannecchini, Dr. Giancarlo Molli, Dr. Carolina Pagli, Prof. Natale Perchiazzi.**

Dipartimento Scienze della Terra

Propedeuticità e Frequenza: Obbligo di frequenza

Moduli: 1
Lingua ufficiale Italiano

Programma

Per le attività del Campo Interambito II vengono considerate aree del territorio italiano caratterizzate da elevato interesse geologico e che si prestino a studi di tipo multidisciplinare, nelle quali è possibile osservare e analizzare molteplici aspetti relativi a gran parte delle discipline delle scienze della Terra (geologia, vulcanologia, geomorfologia, geologia applicata, geochimica, mineralogia, ecc.). Negli anni passati sono state svolte attività nelle Isole Eolie e nelle Alpi Apuane, ma possono essere considerate anche altre località che soddisfino le esigenze didattiche.

Le Isole Eolie sono un territorio vulcanico dove si intersecano problemi relativi ai rischi naturali (vulcanici, sismici e di maremoto, gravitativi), di scarsità di risorse idriche, di tutela ambientale. Analogamente, l'area Apuana rappresenta uno splendido laboratorio naturale in cui poter esaminare il complesso assetto geologico dell'Appennino settentrionale, le caratteristiche idrogeologiche, geomorfologiche e mineralogiche dell'area, intimamente collegate al primo, nonché i molteplici altri aspetti che caratterizzano le Alpi Apuane, quali l'attività estrattiva e la fragilità ambientale. In particolare, l'area del Monte Corchia ne rappresenta un esempio efficace.

La partecipazione al campo di esperti nelle varie discipline permetterà l'approfondimento di aspetti diversi, il confronto e la discussione, con l'obiettivo di valorizzare la conoscenza integrata del sistema naturale. Le attività di campagna saranno precedute da lezioni introduttive sulle problematiche dell'area da indagare, con analisi della cartografia di base e tematica, nonché sull'organizzazione delle lezioni fuori sede.

Al termine del campo gli studenti dovranno produrre una relazione scritta con relativa sintesi di osservazioni di terreno e dati bibliografici.

Obiettivi formativi

Con questa attività gli studenti capiranno l'importanza di saper osservare il medesimo ambiente da punti di vista differenti ed apprenderanno l'importanza dell'approccio multidisciplinare come strumento per affrontare problemi geologici di varia natura.

Propedeuticità e frequenza: obbligo di frequenza.

Verifica dell'apprendimento: discussione e valutazione, con voto, dell'elaborato di sintesi.

Testi consigliati: bibliografia specifica definita in occasione delle lezioni introduttive e in itinere.

Commissione d'esame: G. Sarti, G. Molli, N. Perchiazzi, R. Gianecchini. C. Pagli

Cartografia Numerica (6 CFU)

(Codice insegnamento 507AA)

(6CFU)

Dott. Marina Bisson

INGV

Obiettivi formativi: Fornire allo studente i concetti base della cartografia numerica nonché le conoscenze principali per acquisire, gestire, analizzare e produrre informazioni attraverso gli strumenti GIS (Sistemi Informativi Geografici).

Programma:

Elementi fondamentali di Cartografia Tradizionale (Geoide, Ellissoide, Datum, sistemi di coordinate, proiezioni cartografiche, sistemi geodetici cartografici di riferimento: Roma Monte Mario GB - ED50 UTM - WGS84 UTM). Concetto di dato, metadato e informazione. Cartografia tradizionale e cartografia numerica a confronto. Definizione, componenti e struttura di un GIS: entità geometriche (point, line, polygon, pixel), livelli informativi, modello n (G-A). Cenni sui principali metodi di acquisizione dati 2 e 3D, georeferenziazione e conversione tra diversi sistemi cartografici di riferimento. Archiviazione dati: banca dati e database relazionali.

Modello Dati: Modello vettoriale (rappresentazione e visualizzazione), Modello a griglia o raster (informazione quantitativa e qualitativa). Principali formati vector e raster. Rasterizzazione e vettorializzazione. Principali analisi sui dati: operatori di query (aspaziali, spaziali, miste), operatori di prossimità (buffer), principali operatori di map algebra.

Cenni sui modelli digitali del terreno: rappresentazione 3D del terreno in formato vettoriale e matriciale (modello Tin, Dem). I principali metodi di interpolazione spaziale. Alcuni operatori di analisi applicati ai modelli digitali del terreno (hillshaded, contour, slope) con i rispettivi output: il rilievo ombreggiato, mappa delle curve di livello, mappa delle pendenze.

Esempi di applicazioni in aree tematiche diverse (cartografia di base, geologia, archeologia, ambiente)

Esercitazioni: previste (24 ore – 12 lezioni di laboratorio da 2 ore ciascuna). Lo scopo è quello di favorire l'apprendimento delle nozioni basi di cartografia digitale familiarizzando con le diverse tipologie di dati, la loro rappresentazione ed analisi per produrre carte tematiche.

Lezioni fuori sede: non previste

Modalità d'esame: Prova scritta e orale

Commissione di esame: M. Bisson, P. Macera, D. Nannini.

Testi consigliati: dispense fornite dal docente

CHIMICA

(codice insegnamento 001CC)

(9 CFU – 48 ore lezioni frontali, 42 ore esercitazioni)

Prof. Fabio Marchetti

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale

Argomenti da conoscere per poter frequentare il corso

Nozioni pregresse di Matematica. Algebra, equazioni di 1° e 2° grado. Nozioni pregresse di statica, dinamica, elettrostatica, legge di Coulomb.

Programma del corso

Oggetto di studio della Chimica: Stati della materia, energia, grandezze fisiche, grandezze estensive ed intensive, unità di misura, cifre significative, stati di aggregazione, miscugli, soluzioni, purezza, separazione, composti, elementi, simboli.

Leggi fondamentali: proporzioni costanti, proporzioni multiple, natura atomica della materia. Pesì di combinazione, ipotesi di Avogadro, masse atomiche. Mole, numero di Avogadro, massa molare.

Proprietà chimiche e capacità di combinazione degli elementi: numeri di ossidazione, formulazione e nomenclatura dei composti inorganici: ossidi, idruri, idracidi, ossiacidi, idrossidi, sali. Reazioni acido-base. Tavola periodica e proprietà periodiche: numero atomico e configurazione elettronica, raggio atomico, energia di ionizzazione, affinità elettronica, elettronegatività.

Numero di ossidazione, reazioni di ossido-riduzione, combustioni. bilanciamento delle equazioni, peso equivalente.

Primo e secondo principio della Termodinamica. Stati standard ed entalpie di formazione. Legge di Hess. Energia libera. Equilibri chimici. Principio di Le Chatelier. Equazione di van't Hoff.

Lo stato gassoso: leggi sperimentali di Boyle, Charles e Gay-Lussac, temperatura assoluta, equazione di stato del gas ideale. Miscele gassose, legge di Dalton. Grado di dissociazione. Modello cinetico molecolare del gas ideale. Gas reali, equazione di van der Waals.

Equilibri di fase e diagrammi di stato. Diagrammi di stato P,T di CO_2 e H_2O . Temperatura e pressione critiche. Liquefazione dei gas.

Legame chimico: energia di legame, lunghezza di legame. Legame: ionico, covalente, metallico. Formulazione di Lewis, geometrie molecolari, VSEPR.

Soluzioni e unità di misura delle concentrazioni. Soluzioni ideali e leggi relative. Proprietà colligative. Deviazione dall'idealità delle soluzioni. Distillazione. Elettroliti e conducibilità.

Equilibri acido/base in soluzione acquosa. Acidi e basi secondo Lewis e secondo Brønsted/Lowry. Prodotto ionico dell'acqua, pH . Costanti di dissociazione di acidi e basi.

Acidi poliprotici. Struttura e forza degli acidi. Reazioni acido/base in soluzione acquosa. Idrolisi. Soluzioni tampone. Titolazioni acido-base, indicatori.

Elettrochimica. Tabella dei potenziali standard. Pile. Elettrolisi.

Chimica degli elementi. Idrogeno e suoi composti. Legame idrogeno. Metalli alcalini, alcalino-terrosi, Gruppo 14, Gruppo 15, Gruppo 16: ossigeno e calcogeni, Gruppo 17: alogeni. I prodotti dell'industria chimica inorganica: ammoniaca, acido nitrico, acido solforico, vetri e ceramiche, cementi. Fosfati, silicati, alluminosilicati naturali e di sintesi.

Elementi di transizione: Andamento degli stati di ossidazione lungo la prima serie di transizione 3d. Proprietà degli elementi 3d-4d. Chimica dei composti di coordinazione. EAN. Composti principali degli elementi di transizione, in particolare ferro, rame e metalli nobili.

Obiettivi formativi

Conoscenza delle grandezze chimiche e fisiche fondamentali, bilanciamento di equazioni, nomenclatura chimica dei composti più comuni. Periodicità. Legame chimico e simbolismo di Lewis. Leggi dei gas. Fondamenti di Termodinamica. Equilibrio chimico. Chimica Inorganica descrittiva.

Verifica dell'apprendimento: Esame finale scritto ed orale.

Testi consigliati

- A. Sacco, M. Pasquali, F. Marchetti, *Chimica Generale ed Inorganica*, C.E.A. Milano.

Commissione d'esame: F. Marchetti, , G. Pampaloni, D. Belli Dell'Amico.

COMPLEMENTI DI FISICA E ANALISI DEI DATI SPERIMENTALI PER LA GEOLOGIA

Codice insegnamento;
6 CFU: lezioni frontali (4 CFU) e esercitazioni (2 CFU)

Docenti: Francesco Califano, (*Dipartimento di Fisica, Università di Pisa*)

Responsabile: Francesco Califano

Programma del corso:

Richiami di matematica e fisica: funzioni, derivate e integrali, sviluppo in serie di Taylor, sistemi di unità di misura, analisi dimensionale.

Elementi di Idrodinamica: Definizione di un fluido. La densità, la pressione. Statica dei fluidi. Fluidi in moto e legge di Bernoulli. La viscosità.

Elementi di Magnetismo: Moto di cariche. Corrente elettrica. Il campo magnetico nel vuoto. La forza di Lorentz. Moto di una carica in un campo magnetico. Magnetostatica nei mezzi materiali. Materiali ferromagnetici. Magneti permanenti. Il campo magnetico terrestre.

Fondamenti di calcolo delle probabilità ed analisi statistica dei dati sperimentali. Analisi, rappresentazione e uso delle incertezze, propagazione delle incertezze. Analisi statistica delle incertezze. Fondamenti di calcolo delle probabilità. Rappresentazione di fenomeni casuali: distribuzione e densità di probabilità. Distribuzioni di variabile discreta, binomiale e di variabile continua, gaussiana. Metodo di fit dei minimi quadrati. Il test del Chi-quadro. Cenni sulla distribuzione di Student.

Obiettivi formativi

Conoscenza e padronanza dei metodi matematici di base per l'analisi statistica dei dati. Conoscenze dei principi fondamentali di idrodinamica e magnetismo di interesse per la Geologia.

Verifica dell'apprendimento: prove scritte in itinere (compitini); esame orale con voto.

Testi consigliati

- Taylor, *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli (seconda edizione)

Commissione d'esame (AA 2013/2014): F. Califano

Sito WEB: <http://www.df.unipi.it/~califano/ALTRO/GEO/>

http://www.df.unipi.it/~ciampini/ciampini_did.html (anno 2012 e precedenti)

FISICA

(Codice insegnamento 004BB)
(9 CFU: 6CFU lezioni frontali; 3 CFU esercitazioni)

Prof. Nicolò Beverini

Dipartimento di Fisica (Largo Pontecorvo, 3)

Programma del corso

Meccanica del punto. Grandezze fisiche e loro misura. Sistemi coerenti di unità di misura. Il sistema internazionale (SI). Moto su una traiettoria. Legge oraria del moto; velocità ed accelerazione. Vettori e algebra vettoriale. Velocità ed accelerazione come grandezze vettoriali. Accelerazione tangenziale e centripeta. Moto circolare uniforme. Velocità angolare, periodo e frequenza. Dinamica del punto materiale. Definizione di forza, massa, quantità di moto. I tre principi fondamentali della dinamica. Lavoro ed energia. Teorema dell'energia cinetica. Forze conservative. Energia potenziale. Principio di conservazione dell'energia meccanica. Vincoli e forze vincolari. Forze d'attrito. Coefficiente d'attrito statico e d'attrito dinamico. Moto di un corpo soggetto all'attrito viscoso. Sistemi di riferimento non inerziali. Forze d'inerzia. Forza

centrifuga. Forze elastiche. Energia potenziale elastica. Moto di un corpo soggetto a forze elastiche. Le leggi di Keplero e la legge di gravitazione universale. Meccanica dei corpi celesti.

Meccanica dei sistemi continui. Meccanica dei sistemi. Forze interne ed esterne al sistema. Quantità di moto totale. Teorema dell'impulso. Principio di conservazione della quantità di moto. Centro di massa. Applicazione ai problemi di urto. Momento totale della quantità di moto. Le due equazioni cardinali dei sistemi di punti materiali. Energia cinetica totale e teorema di König. Corpi rigidi in rotazione attorno ad un asse fisso. Cinematica dei moti di rotazione. Momento d'inerzia. Teorema degli assi paralleli. La statica del corpo rigido. Condizioni di equilibrio. Equilibrio stabile, instabile, indifferente. Statica dei fluidi. La pressione. Il principio di Pascal. Legge di Stevino. Principio di Archimede. Cenni di dinamica dei fluidi. Teorema di Bernoulli. Liquidi reali: viscosità e caduta di pressione. Descrizione microscopica e macroscopica di un gas. La teoria cinetica dei gas. Significato microscopico delle grandezze macroscopiche di pressione e temperatura. Equazione di stato dei gas perfetti.

Elettricità e magnetismo. La carica elettrica e la legge di Coulomb. Campo elettrico e potenziale elettrostatico. Conduttori e isolanti. Campo elettrico nei conduttori. Il teorema di Gauss e sue applicazioni. Dipoli elettrici: campo elettrico generato e interazione con un campo elettrico uniforme. Cenni sull'induzione elettrostatica e la polarizzazione di un dielettrico. La capacità di un conduttore. Condensatori in serie e in parallelo. La corrente elettrica. Le leggi di Ohm. Resistenze in serie e in parallelo. Circuito RC. Cenni sulla conduzione elettrica nei liquidi e nei gas. Effetti magnetici delle correnti. Il campo magnetico. Magnetostatica. Magnetizzazione, induzione magnetica, suscettività. La legge di Biot e Savart. La legge di Laplace. Forze elettrodinamiche. La forza di Lorentz. I dipoli magnetici. La circuitazione del campo magnetico. Campo magnetico di un solenoide.

Obiettivi formativi

Lo studente al termine del corso deve essere a conoscenza degli aspetti fondamentali della fenomenologia riguardante la meccanica, l'elettricità e il magnetismo, in particolare dei principi di conservazione e degli elementi di base della teoria del potenziale, dimostrandosi in grado di applicare i concetti appresi nella risoluzione di problemi.

Verifica dell'apprendimento: prove scritte in itinere o prova finale ed esame orale con voto.

Testi consigliati

- Halliday D., Resnik R., Walker J.: *Fondamenti di Fisica*. Ed. Ambrosiana.
- Il registro delle lezioni, esercizi ed altre informazioni, sono reperibili all'indirizzo

<http://www.dst.unipi.it/claroline185/claroline/course/index.php?cid=004BB>

Commissione d'esame: N. Beverini, G. Carelli, E. Maccioni, J. Belfi.

Orario di ricevimento: Mercoledì, 14-18.

Fondamenti di Geofisica

(Codice insegnamento 007DD)

(6 CFU: 5 CFU lezioni frontali; 1 CFU esercitazioni)

Prof. Alfredo Mazzotti

Dipartimento di Scienze della Terra

Programma del corso

I – Campo Gravitazionale Terrestre. Richiami su Forza di gravità e Accelerazione di gravità.

Legge di gravitazione universale. Densità. Metodi di misura dell'accelerazione di gravità. Geoide, ellissoide-sferoide. Fattori di controllo della gravità: drift strumentale ed effetti di marea. Variazioni dovute alla latitudine. Variazioni di gravità dovute alla quota delle stazioni - *Correzione di Aria Libera (Free Air Correction)*. Variazioni di gravità dovute all'eccesso di massa - *Correzione della Piastra di Bouguer (Bouguer Slab Correction)*. Variazioni di gravità dovute alla topografia circostante - *Correzione Topografica (Terrain Correction)*. Anomalie di gravità. Anomalie dovute a cause regionali e a cause locali. Il problema della non univocità: ambiguità nella ricostruzione del modello a partire da osservazioni di gravità. Le anomalie di gravità e le strutture terrestri.

II – Il campo Magnetico Terrestre. Il magnetismo terrestre. Analogie e differenze con il campo gravimetrico. Campo magnetico di un monopolo. Il campo di forza di un dipolo magnetico. Corrente elettrica e campo magnetico. Legge di Biot Savart. Suscettività e permeabilità magnetica. Proprietà magnetiche della materia. Il campo geomagnetico. Origini

del campo magnetico terrestre: la dinamo autoeccitata. Variazioni temporali del campo geomagnetico. Inversioni di polarità del campo magnetico terrestre e l'espansione dei fondali oceanici. Misura del campo magnetico terrestre. Anomalie magnetiche. Anomalie magnetiche e strutture Terrestri.

III – Principi di Sismologia e Sismica. Onde sismiche e moduli di elasticità. Introduzione: generazione di onde sismiche – terremoti e sorgenti artificiali. Cenni sull'equazione d'onda per onde di volume. Cenni sulle caratteristiche principali delle onde superficiali. Significato del modulo di taglio e del modulo di volume. Combinazioni di costanti elastiche. Velocità di propagazione onde P e S in funzione di litologia, pressione, temperatura e anisotropia. Fronti d'onda e raggi. Legge di Snell, riflessione e rifrazione (o trasmissione). Problema diretto: dal modello al sismogramma. Concetti generali di cinematica. Problema diretto: rifrazione e riflessione da interfacce piane, esempi di curve dei tempi di transito per vari modelli, cenni sugli aspetti dinamici della propagazione.

Acquisizione e osservazione. Cenni sull'acquisizione dei dati e sugli strumenti di registrazione. Sismogrammi reali – esempi singoli e correlazioni. Nomenclatura delle principali fasi. Problema inverso: dal(i) sismogramma(i) al modello e alle caratteristiche del terremoto. Localizzazione dell'ipocentro. Stima del modello di velocità $V(R)$. Wiechert

Herglotz. Determinazione della Magnitudo. Determinazione di Meccanismi focali. Terremoti: frequenza e ubicazione rispetto alle placche litosferiche.

Esercitazioni: Misure con strumenti geofisici. Lettura di carte gravimetriche. Lettura di carte magnetometriche. Lettura di sismogrammi.

Verifica dell'apprendimento: esame scritto con voto.

Obiettivi formativi

Acquisire conoscenze di base su metodi e tematiche geofisiche fondamentali nel campo delle geoscienze. Saranno trattati elementi teorici ed esempi applicativi riguardanti il campo di gravità terrestre e la gravimetria, il campo magnetico terrestre e la magnetometria, la sismologia e l'esplorazione sismica, in relazione a vari aspetti di Scienze della Terra e di esplorazione.

Testi consigliati

- Dispense fornite dal docente coprono interamente il programma. Nelle stesse dispense vengono forniti ulteriori riferimenti bibliografici.

Commissione d'esame: A. Mazzotti, P. Cantini, N. Beverini.

Orario di ricevimento: Martedì, 14-15 e Mercoledì, 14-15.

GEOCHIMICA

(Codice insegnamento 008DD)

(6CFU: 5 CFU lezioni frontali, 1 CFU esercitazioni)

Prof. Patrizia Macera

Dipartimento Scienze della Terra

Obiettivi formativi:

Attraverso questo Corso lo studente imparerà a capire i meccanismi che regolano il comportamento degli elementi chimici nei sistemi solidi (litosfera), liquidi (idrosfera) e gassosi (atmosfera) che lo aiuteranno a comprendere i principali processi responsabili dell'origine ed evoluzione del nostro pianeta.

Fondamenti e geochimica delle rocce ignee e metamorfiche

L'abbondanza cosmica e la nucleosintesi degli elementi. Caratteristiche e formazione del sistema solare, le meteoriti, età e formazione della Terra, classificazione cosmochimica.

Le proprietà degli elementi: la classificazione chimica e geochimica. La distribuzione degli elementi nei reticoli cristallini. Il decadimento radioattivo e gli isotopi radiogenici. Evoluzione dei sistemi isotopici e geocronologia radiometrica: metodi K/Ar, Rb/Sr, Sm/Nd, U-Th/Pb, ^{14}C . Struttura e composizione del mantello. Struttura e composizione della crosta.

Geochimica dei processi di bassa temperatura

Composizione dell'atmosfera; origine ed evoluzione dell'atmosfera e dell'idrosfera. L'ambiente geochimico secondario, l'interazione acqua-roccia. Reazioni chimiche nell'alterazione superficiale. Variazioni nella composizione chimica e mineralogica delle rocce, sequenze e prodotti di alterazione. Mobilità degli elementi in soluzione acquosa e metodi per la sua valutazione, la composizione chimica delle acque meteoriche, continentali e marine.

Esercitazioni in aula computers.

Commissione esami: P. Macera, R. Petrini, M. Amadori, D. Gasperini.

Verifica dell'apprendimento:

Esame orale con voto

Le lezioni in PPT e le dispense del docente possono essere scaricate dal sito del CDL

Per l'approfondimento si consigliano i seguenti testi:

Albarède F. (2001): La Geochimie. Gordon & Breach Science Publishers. 190 pp. Rollinson H. (1993): Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation.

Longman 352 pp.

Faure G. (1986) - Principles of isotope geology (second edition). J. Wiley & Sons, 589 pp.

<http://www.geo.cornell.edu/geology/classes/Geo656/656notes00.html>

Dongarrà G & Varrica D(2004): Geochimica e Ambiente. EdISES Napoli. 226 pp.

Dall'Aglia Mario (2004): Geochimica ambientale e salute: principi e applicazioni.

Aracne eds. 330 pp.

Faure G. (1992) - Principles and Applications of Inorganic Geochemistry. Maxwell

Macmillan International Editions, 626 pp.

Gill R. (1996) - Chemical Fundamentals of Geology, Chapman & Hall, 291pp. Longinelli A. & Deganello S.

(1999) - Introduzione alla geochimica, UTET, 459 pp

Orario di ricevimento: giovedì 10.30-12.30

GEOGRAFIA FISICA E LABORATORIO DI CARTOGRAFIA I

(Codice: 002DD)

(9 CFU: 7 CFU lezioni frontali, 2 CFU esercitazioni)

Prof.ssa Maria Cristina Salvatore

Dipartimento Scienze della Terra

Obiettivi formativi: Acquisizione delle conoscenze di base sui processi naturali che hanno luogo sulla superficie terrestre, nell'atmosfera, nell'idrosfera e dei meccanismi di modellamento che si svolgono sulla superficie terrestre, anche in funzione della loro distribuzione geografica. Comprensione della dinamica del sistema Sole-Terra e dei suoi effetti sul sistema climatico. Acquisizione dei principi di base della cartografia, dei diversi sistemi di riferimento e della produzione cartografica italiana (IGM e CTR). Acquisizione di criteri e metodi per la lettura delle carte topografiche e per applicazioni di cartometria.

Programma

Il Sole e il sistema solare, la radiazione e lo spettro elettromagnetico. Le leggi di Keplero e Newton. Il nostro Pianeta: forma, dimensioni e movimenti; i moti millenari della Terra e le loro conseguenze. La Luna: i principali movimenti, il sistema Terra – Luna.

Le grandi morfostrutture della Terra: le aree continentali, i rilievi, i bacini oceanici. La curva ipsografica. L'atmosfera terrestre: composizione e suddivisione dell'atmosfera. Il bilancio radiativo del sistema Terra-Atmosfera. La Temperatura dell'aria. La Pressione atmosferica e i venti. La circolazione generale dell'atmosfera. L'Umidità dell'aria e le precipitazioni. Le perturbazioni atmosferiche e la previsione del tempo. Il mare: proprietà chimico-fisiche, i movimenti del mare e loro effetti geografici. Il ciclo dell'acqua. Le acque continentali: le acque correnti superficiali, caratteristiche idrologiche. La criosfera: il limite delle nevi persistenti, i ghiacciai, la loro estensione attuale e quella del passato. I climi: tempo atmosferico e clima; la classificazione dei climi; i tipi climatici e loro distribuzione; i climi dell'Italia. I processi di modellamento del rilievo terrestre: la degradazione meteorica, l'azione delle acque correnti superficiali, della forza di gravità, dei ghiacciai, del vento e del mare. La rappresentazione della superficie terrestre: le carte geografiche e loro classificazione, la scala delle carte. Le proiezioni geografiche. Ellissoidi e Datum. La Carta topografica d'Italia. Elementi di cartometria. I profili topografici e loro costruzione. Il simbolismo cartografico, la lettura e l'utilizzo delle carte topografiche. Le coordinate geografiche e metriche. I bacini idrografici e la linea spartiacque. Il reticolo idrografico. Gerarchizzazione del reticolo idrografico.

Esercitazioni:

Lettura delle Carte topografiche. Calcolo della scala; misura di distanze e aree; determinazione della quota di un punto. Calcolo della pendenza e dell'inclinazione dei versanti. Costruzione di profili topografici; costruzione dei profili longitudinali dei corsi d'acqua. Delimitazione dei bacini idrografici. Calcolo di aree e costruzione di curve ipsografiche. Gerarchizzazione del reticolo idrografico.

Lezioni fuori Sede: sono previste due uscite giornaliere.

Testi consigliati:

STRAHLER A.N. - Geografia Fisica. Ed. Piccin, Padova.

PEREGO S. - Appunti di cartografia. Edizioni Santa Croce.

SAURO U., MENEGHEL M., BONDESAN A., CASTIGLIONI B. – Dalla carta topografica al paesaggio – Atlante ragionato. Litografia Artistica Cartografica Editore, 2011

SCHIAVI A. - Vademecum cartografico, Ed. Vita e Pensiero, Milano.

Materiale fornito dal docente durante il corso.

Preconoscenze richieste: Una solida base di Geografia regionale

Modalità di esame. Prova scritta (Laboratorio di Cartografia I) e colloquio orale. Il superamento della prova di Cartografia I costituisce la condizione necessaria per l'accesso all'esame finale del Corso. Sono previste verifiche formative in itinere.

Commissione d'esame: Maria Cristina Salvatore, Carlo Baroni, Marta Pappalardo, Adriano Ribolini

Orario di ricevimento: Mercoledì dalle 11 alle 13, o anche in altri giorni e orari previo appuntamento.

Luogo di ricevimento: Studio del docente- Dipartimento di Scienze della Terra

GEOLOGIA APPLICATA
(Codice esame 009DD)
(12 CFU, di cui 9 CFU lezione, 2 CFU esercitazioni, 1 CFU lezione fuori sede con elaborato)

Docenti: Giacomo D'Amato Avanzi, Roberto Gianneccchini

Dipartimento di Scienze della Terra

Obiettivi formativi: Fornire un'adeguata formazione geologico-applicativa di base, finalizzata alla conoscenza degli elementi essenziali per svolgere attività nei campi della geotecnica e della geognostica, delle risorse idriche, delle costruzioni e dei rischi geologici.

Il corso si articola in due moduli:

Modulo 1 - 6 CFU - Geotecnica e idrogeologia (R. Gianneccchini)

Modulo 2 - 6 CFU - Litotecnica e stabilità dei versanti (G. D'Amato Avanzi)

Programma

Introduzione al corso

La Geologia Applicata: campi di studio, applicazioni. Organizzazione del corso, modalità di verifica.

Elementi di Geotecnica e geognostica

Caratteristiche geotecniche delle terre e delle rocce: proprietà fisiche di stato e proprietà indice, classificazioni, analisi granulometriche, limiti di consistenza e loro determinazione. Pressioni totali, efficaci e neutre; compressibilità, tensioni litostatiche, deformazioni e storia dello stato tensionale. Resistenza alla compressione e al taglio e prove di determinazione in sito e in laboratorio. Indagini per la caratterizzazione geologico-tecnica del sottosuolo. Metodi diretti: sondaggi a percussione, rotazione, roto-percussione, campionamento; prove penetrometriche statiche e dinamiche: metodologia, parametri desumibili e problematiche; altre prove. Metodi indiretti: indagini sismiche a rifrazione e a riflessione, prove sismiche in foro (down-hole, cross-hole), indagini geoelettriche.

Fondamenti di Litotecnica e rilevamento geologico-tecnico

Proprietà fisico-meccaniche e classificazione di rocce e terre in campagna e in cantiere. Unità litologico-tecniche, definizione e cartografia. Criteri di classificazione geomeccanica degli ammassi rocciosi; la classificazione RMR di Bieniawski.

Fondamenti di Idrogeologia

Il problema acqua; l'idrogeologia e il ruolo dell'idrogeologo. Ciclo idrologico; bilancio idrologico e suoi componenti; determinazione dei parametri di bilancio di un bacino imbrifero: precipitazioni, evapotraspirazione, deflusso superficiale, infiltrazione. Proprietà delle rocce nei confronti dell'acqua: porosità, permeabilità. Ripartizione dell'acqua nel sottosuolo: concetto di falda; falde libere e confinate. Leggi di circolazione dell'acqua nei mezzi porosi: la Legge di Darcy; concetti di gradiente idraulico, coefficiente di permeabilità, trasmissività, coefficiente di immagazzinamento. Acquiferi e falde idriche; rappresentazione degli acquiferi e delle falde; costruzione ed interpretazione di carte piezometriche. Intrusione marina nelle falde costiere. Cenni su acquiferi fessurati. Le sorgenti: metodologie di studio e classificazione. Perforazione, completamento e sviluppo pozzi. Piezometri: tipologie, modalità di esecuzione e applicazioni.

Frane e stabilità dei pendii

Fattori e cause delle frane; caratteristiche, nomenclatura e criteri di classificazione; la classificazione di Cruden & Varnes (crollo, ribaltamento, scorrimento, espansione, colamento); stato, distribuzione e stile di attività. Studio di una

frana: accertamenti geologici, geognostici e geotecnici; monitoraggio in sito e in remoto (inclinometri, estensimetri, piezometri, metodi topografici, interferometrici e satellitari, ecc.); analisi di stabilità e fattore di sicurezza; metodi di stabilizzazione e difesa.

Rischi naturali

Frane, alluvioni, terremoti, sinkhole. Concetti fondamentali e valutazione: pericolosità, vulnerabilità, rischio, mitigazione.

Cenni sul ruolo della Geologia Applicata in altri settori

Costruzioni, opere di fondazione, attività estrattive, smaltimento dei rifiuti, ecc.

Esercitazioni

Costruzione e lettura di carte tematiche (es. piezometriche, ecc.) e sezioni tematiche (es. geologiche, litostratigrafiche, idrogeologiche, ecc.); impostazione di un bilancio idrogeologico. Elaborazione di prove penetrometriche. Analisi granulometriche e ricostruzione di curve granulometriche. Determinazione dei limiti di consistenza. Caratteristiche e modalità di utilizzo di apparecchiature di laboratorio per la determinazione di parametri geotecnici e geomeccanici di terre e rocce. Fotointerpretazione e restituzione cartografica di aree in frana

Lezioni fuori sede

Incentrate su temi specifici che possono variare di anno in anno in funzione di esigenze, disponibilità, ecc. (indagini geognostiche, movimenti franosi, strutture idrogeologiche, opere di captazione, grandi opere). La lezione fuori sede prevede la stesura di un elaborato a cura dello studente.

Propedeuticità

Materie propedeutiche di base e materie caratterizzanti di ambito geografico/cartografico e geologico.

Obbligo di frequenza

Attività di laboratorio, lezioni fuori sede, esercitazioni.

Modalità d'esame

Esame orale con voto (con discussione dell'elaborato relativo alla lezione fuori sede)

Commissione di esame: R. Giannecchini, G. D'Amato Avanzi, Y. Galanti. C. Bartelletti, R. Petrini

Testi consigliati

Casadio M. & Elmi C. (2006) - Il manuale del geologo. Pitagora, Bologna.

Celico P. (1986) - Prospezioni idrogeologiche. Voll. 1 e 2. Liguori, Napoli.

Civita M. (2005) - Idrogeologia applicata e ambientale. Ambrosiana, Milano.

Colombo P. & Colleselli F. (2004) - Elementi di geotecnica. Zanichelli, Bologna.

Gonzalez De Vallejo L.I. (2005) - Geingegneria. Pearson Education Italia, Milano.

Scesi L., Papini M., Gattinoni P., Longoni L. (2015) - Geologia Tecnica. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.

Turner A.K. & Schuster R.L. eds. (1996) - Landslides, investigation and mitigation. National Academy Press, Washington D.C.

Dispense dei docenti.

GEOLOGIA I CON LABORATORIO

(Codice insegnamento 001DD)

(12 CFU: 8 CFU lezioni frontali; 3 CFU esercitazioni; 1 CFU escursioni giornaliere)

Prof. Etta Patacca

Dipartimento di Scienze della Terra

Prof. Caterina Morigi

Dipartimento di Scienze della Terra

Programma del corso

1° Semestre (6 CFU)

Lezioni frontali (32h, 4CFU)

Elementi di Geologia Fisica e Tettonica delle Placche

- La struttura interna della Terra. Layering composizionale e layering reologico. Crosta, mantello e nucleo. Gradiente geotermico e geobarico. Concetto di litosfera e astenosfera.
- Le placche litosferiche e i margini di placche. La teoria della Tettonica a placche. Gli elementi fisiografici di ordine maggiore alla scala globale.

Sedimenti e rocce sedimentarie

- Il ciclo litogenetico. Processi esogeni: degradazione, erosione, trasporto e deposito.
- Le proprietà base dei sedimenti e delle rocce sedimentarie: composizione e tessitura. Gli elementi tessiturali.
- Criteri di classificazione: classificazione composizionale e tessiturale, uso dei diagrammi binari e triangolari.
- Sedimenti e rocce epiclastiche (terrigene): granulometria e classificazione granulometrica, parametri granulometrici. Morfometria degli elementi clastici. Distribuzione spaziale dei granuli. Classificazione tessiturale e maturità tessiturale. Classificazione composizionale e maturità composizionale.
- Sedimenti e rocce carbonatiche: la sedimentazione carbonatica attuale. Tessitura ed origine degli elementi tessiturali. Le classificazioni tessiturali più comunemente utilizzate (Dunham, Embry e Klován, Friedman). Componenti allochimici e riconoscimento dei bioclasti più comuni nelle rocce calcaree. Micrite e cemento. Classificazione composizionale (Folk). Porosità delle rocce carbonatiche e classificazione di Choquette e Pray. Principali processi diagenetici: dolomitizzazione, neomorfismo, metasomatismo e dissoluzione.
- Rocce saline: origine delle evaporiti, tessiture e strutture sedimentarie dei depositi evaporitici.
- Sedimenti e rocce silicee: distribuzione attuale e condizioni di formazione.
- Sedimenti e rocce fosfatice ed organiche: condizioni di formazione.

Strutture sedimentarie e meccanismi di trasporto

- Le principali strutture sedimentarie fisiche e biogeniche.
- Trasporto sedimentario. Trasporto selettivo, strutture sedimentarie trattive prodotte da correnti unidirezionali e da correnti oscillatorie, strutture erosive. Trasporto in massa gravitativo e strutture sedimentarie associate. Le correnti di torbida.

Esercitazioni in laboratorio (28, 2CFU)

- riconoscimento macroscopico delle principali rocce ignee (intrusive ed effusive), sedimentarie e metamorfiche

2° Semestre (6 CFU)

Lezioni frontali (32h, 4CFU)

Ambienti sedimentari ed architetture di facies

- Caratteri della sedimentazione nei principali ambienti deposizionali attuali continentali, parali e marini.
- Facies sedimentarie ed architetture di facies che caratterizzano i principali ambienti deposizionali.

- Parametri geologici che regolano l'evoluzione delle facies nello spazio e nel tempo.
- Trasgressione, regressione e ciclo sedimentario. Sequenze deposizionali

Elementi di Stratigrafia

- Principi di Stratigrafia (Stenone, Hutton, Smith) e Regola di Walter
- Le unità litostratigrafiche.
- Limiti e contatti stratigrafici. Significato temporale dei contatti stratigrafici.
- Le unità limitate da superfici di inconformità
- Le unità biostratigrafiche e scansione temporale delle successioni sedimentarie.
- Le unità cronostratigrafiche e le unità geocronologiche.
- Le unità magnetostratigrafiche.
- Il parametro tempo nella Geologia stratigrafica. Tempo relativo e tempo assoluto. La scala dei tempi.
- Costruzione e rappresentazione di successioni stratigrafiche attraverso sezioni colonnari. La successione della Falda Toscana e il suo significato in termini di evoluzione paleogeografica.

Esercitazioni in laboratorio (14 h, 1CFU)

- riconoscimento macroscopico delle principali rocce sedimentarie e metamorfiche

Attività di terreno(1CFU)

- 3 escursioni giornaliere nei dintorni di Livorno e nei Monti d'Oltre Serchio

Obiettivi formativi

fornire allo studente le conoscenze di base della Geologia del sedimentario e della Stratigrafia. Mettere lo studente nelle condizioni di saper descrivere e classificare macroscopicamente le rocce ignee, sedimentarie e metamorfiche.

Verifica dell'apprendimento: esame orale subordinato al superamento di una prova pratica consistente nell'analisi macroscopica delle principali rocce ignee, sedimentarie e metamorfiche. L'esito della prova pratica concorre alla definizione del voto finale.

Testi consigliati

- Bosellini A. (1991): *Introduzione allo studio delle rocce carbonatiche*. I. Bovolenta Ed., Ferrara.
- Bosellini A., Mutti E., Ricci Lucchi F. (1989): *Rocce e successioni sedimentarie*. UTET, Torino.
- Press F., Siever R., Grotzinger J., Jordan T. (2006): *Capire la Terra*. Zanichelli, Bologna.
- Tucker M.E. (1982): *Rocce sedimentarie, guida alla descrizione sugli affioramenti rocciosi*. Ed. italiana a cura di P. Di Stefano. D. Flaccovio, Palermo 1996.
- Tucker M.E. (2001). *Sedimentary Petrology*. Ed. Blackwell Science Ltd

Materiale didattico a disposizione degli studenti

- *CD contenenti copia dei Power Points* utilizzati nelle lezioni frontali e nelle attività di laboratorio.
- *Collezione di rocce*: disponibile dal lunedì al venerdì, dalle ore 9 alle ore 13 e dalle ore 15 alle ore 18.

Commissione d'esame: Etta Patacca, Caterina Morigi, Giovanni Sarti

Orario di ricevimento:

Prof. E. Patacca: Martedì, 16 – 18

Prof. C. Morigi: Martedì, 16 – 18, e/o previo appuntamento

GEOLOGIA II (Codice insegnamento 010DD) (12 CFU: 11 CFU lezioni frontali, 1 CFU esercitazioni)

Obiettivi formativi

Nozioni basilari di sforzo e deformazione. Conoscenze, riconoscimento e misura dei principali elementi

strutturali fragili e duttili alla mesoscala. Nozioni sui sistemi orogenici Alpini e Appenninici. Alla fine del corso gli studenti devono essere in grado di identificare e classificare le grandi strutture tettoniche regionali, sia in ambiente convergente, che divergente e trascorrente. Devono inoltre possedere una buona conoscenza delle caratteristiche geologiche dell'Appennino Settentrionale e delle Alpi occidentali.

Modulo 1 – Geologia strutturale 6 CFU

Prof.ssa Chiara Montomoli

Dipartimento Scienze della terra

Programma

Introduzione alla geologia strutturale. livelli strutturali, deformazione duttile e fragile. Cenni sui principi di deformazione delle rocce (P, T, tempo, fluidi). Sforzi. Forze e stress. Stress su un piano. Cerchio di Mohr. Criteri di rottura delle rocce, criterio di Coulomb, effetto di fratture pre-esistenti. La deformazione fragile; fratture e faglie. Faglie dirette, inverse e trascorrenti.

Faglie sinsedimentarie. I thrusts e le relazioni con le pieghe. I sistemi di thrust. Strain, estensione di linee, deformazioni angolari, ellissoide dello strain, Diagramma di Flinn e tettoniti. Taglio puro e taglio semplice. Relazioni tra stress e strain. Pieghe, geometria e classificazione. Principali meccanismi di piegamento. Foliazioni e lineazioni nelle rocce deformate. Piegamenti sovrapposti e deformazione polifasica. Zone di taglio, miloniti, cataclasiti, indicatori cinematici principali.

Uso delle proiezioni stereografiche (reticoli di Wulff e Schmidt). Proiezioni di piani, linee e loro intersezioni, misure di angoli, rotazioni di elementi strutturali. Diagrammi beta e σ -i-greco per il calcolo degli assi delle pieghe. Trattamento analitico e statistico dei dati ed interpretazione degli stereogrammi.

Lezioni fuori sede

E' prevista 1 lezione fuori sede di un giorno dedicata al riconoscimento, interpretazione e misura di elementi strutturali in successioni deformate a diversi livelli strutturali.

Testi consigliati (oltre al modulo UKESCH "Strain", alle dispense e files PDF delle lezioni):

- Fossen H. – Structural geology. Cambridge University Press (ISBN 978 0 521 51664 8).
- Ken Mc Clay - The mapping of geological structures. Geological Society of London Handbook. John Wiley & Sons (ISBN 0471 932434).
- Frassi C., Carosi R., Montomoli C. (2009) – Proiezioni stereografiche in geologia strutturale, pp 50, .Dedalo Pisa.
- P. R. Leyshon, R. J. Lisle - Stereographic projection techniques in Structural Geology. Butterworth-Heiemann (ISBN 0506 2450 7).
- Twiss & Moores –Structural Geology. W.H. Freeman & Company New York.

Modulo 2 – 6 CFU

5 CFU Lezioni frontali, 1 CFU di Lezioni fuori sede

Prof. Michele Marroni

Dipartimento Scienze della Terra

Obiettivi formativi

Alla fine del corso gli studenti devono essere in grado, mediante l'analisi di terreno e di laboratorio, di identificare e classificare le grandi strutture tettoniche regionali, sia in ambiente convergente, che divergente e trascorrente. Devono

inoltre possedere una buona conoscenza delle strutture geologiche della catena dell'Appennino settentrionale e delle Alpi.

Programma

Principi della tettonica: richiami sulle caratteristiche geofisiche e petrologiche della litosfera continentale ed oceanica - modelli reologici e litologici della litosfera - caratteristiche reologiche e composizione del mantello - metodi geofisici di indagine.

Margini divergenti: rifting attivi, passivi, simmetrici ed asimmetrici - caratteristiche delle zone di rifting - la tettonica nelle zone di estensione crustale - l'architettura dei bacini estensionali - modelli di formazione dei metamorphic core complexes -

I bacini oceanici i ridge medio-oceanici - modelli di genesi della litosfera oceanica - la tettonica oceanica - ridge ad alta velocità di espansione e a bassa velocità di espansione - le faglie transformi e la tettonica connessa.

I sistemi trascorrenti: differenza tra faglie trascorrenti e faglie transformi - caratteristiche delle faglie trascorrenti - meccanismo di formazione delle faglie trascorrenti - strutture associate alle faglie trascorrenti - transtensione e transpressione - flower structures - rotazioni tettoniche .

I margini convergenti: casi generali di margini convergenti - fisiografia di un margine convergente - il prisma di accrezione – relazioni tra tettonica e magmatismo delle zone di avanarco, di arco e di retroarco.

Zone di subduzione: i prismi di accrezione - meccanismi di accrezione e di erosione tettonica - i melanges - i diapiri di fango - metamorfismo delle zone in subduzione - l'esumazione nei prismi di accrezione -.

L'obduzione: meccanismi di obduzione – lo stadio intraoceanico – lo stadio marginale - la suola metamorfica -.

Le zone di arco, retroarco ed avanarco: tettonica nell'arco vulcanico e nella zona di retroarco - relazione tra subduzione ed arco vulcanico - il break-off del piano di subduzione - il roll-back del piano di subduzione.

La collisione continentale: modelli di collisione continentale - le radici delle catene montuose - processi di delaminazione - il metamorfismo durante la collisione continentale - i thrust and fold belts associati alla collisione continentale - i depositi di avanfossa.

L'Appennino settentrionale: la struttura superficiale e profonda dell'Appennino settentrionale – le principali unità tettoniche - caratteristiche stratigrafiche e strutturali delle unità liguri e subliguri – le unità toscane ed umbro-romagnole – le successioni epiliguri – le successioni neogeniche della toscana – il magmatismo – modelli di evoluzione tettonica

le Alpi occidentali : la struttura superficiale e profonda delle Alpi occidentali – i principali domini strutturali – le Unità delfino-elevetiche e brianzonesi – le unità ligure-piemontesi – le unità austroalpine e sudalpine – il magmatismo terziario – modelli di evoluzione tettonica

Lezioni fuori sede: Escursione di due giorni lungo una trasversale dell'Appennino settentrionale

Modalità d'esame

Esame orale. L'esame verterà sull'intero programma del corso. La partecipazione all'escursione è obbligatoria. Gli studenti che lo desiderano possono preparare un argomento concordato con il docente che costituirà parte integrante dell'esame.

Commissione di esame

Prof. Michele Marroni, Prof.ssa Chiara Montomoli, Suppl.: Prof. Luca Pandolfi

Testi consigliati (per l'approfondimento)

Karey & Vine, Tettonica Globale. Zanichelli Ed., Bologna

Twiss & Moores, Structural Geology. W.H. Freeman & Company, New York, Usa

Moores & Twiss, Tectonics. W.H. Freeman & Company, New York, Usa

Orario di ricevimento:

Marroni M.: Lunedì ore 11-13

Montomoli C.: Lunedì ore 12-13.

GEOLOGIA STRATIGRAFICA
(codice insegnamento xxxx)
(6 CFU: 4 CFU lezioni frontali , 2CFU esercitazioni)

Prof. Etta Patacca

Dipartimento di Scienze della Terra

Obiettivi formativi: Fornire allo studente gli strumenti di base dell'analisi stratigrafica, le nozioni essenziali di stratigrafia regionale e le conoscenze specifiche per il riconoscimento microscopico delle facies sedimentarie mesozoiche e terziarie più rappresentative dei domini di piattaforma e di bacino dell'area circummediterranea.

Programma:

Lezioni frontali (4CFU)

- Introduzione alla Stratigrafia: definizione, obiettivi, strumenti di analisi di superficie e sottosuolo, metodi di ricerca
- Richiamo alle regole e ai principi fondamentali della Stratigrafia: le unità stratigrafiche, i contatti stratigrafici, la regola di Walter, il concetto di ciclo sedimentario
- Criteri e metodi di correlazione stratigrafica: l'approccio della stratigrafia sequenziale, le sequenze deposizionali in sistemi a sedimentazione silicoclastica e a sedimentazione carbonatica
- Uso degli eventi episodici e ciclici (ciclostratigrafia) nelle correlazioni stratigrafiche.
- Litostratigrafia e stratigrafia fisica
- Raccolta di dati analitici su successioni di superficie.
- Elementi di Stratigrafia regionale: evoluzione dell'area mediterranea e suoi riflessi nella stratigrafia delle Unità Appenniniche. Le microfacies caratteristiche dei principali domini appenninici a sedimentazione carbonatica bacinale e di piattaforma dal Trias al Miocene

Esercitazioni pratiche al microscopio (2CFU)

- Analisi in sezione sottile dei principali tipi di rocce sedimentarie
- Analisi petrografica delle rocce carbonatiche
- Riconoscimento delle principali microfacies mesozoiche e terziarie che caratterizzano le successioni bacinali e di piattaforma dell'Appennino

Materiale didattico a disposizione degli studenti

- Collezione di sezioni sottili: disponibile tutti i giorni dalle 9 alle 13 e dalle 15 alle 18.
- Atlanti di consultazione (da utilizzare congiuntamente alla collezione di sezioni sottili):

Adams A.E., MacKenzie W.S., Guilford G. (1988): Atlante delle rocce sedimentarie al microscopio. Ed. Zanichelli, Bologna, pp. 1-104.
MacKenzie W.S., C. Guilford (1989): Atlante dei minerali costituenti le rocce in sezione sottile. U. Zanichelli, Bologna, pp. 1-98.
Sholle P.A. (1978): A colour illustrated guide to carbonate rock constituents, textures, cements and porosities. AAPG, Memoir 27, pp.1-241.
Scholle P.A. (1979): A color illustrated guide to constituents, textures, cements and porosities of sandstones and associated rocks. AAPG, Memoir 28, pp. 1-201.
AGIP (1959): Microfacies italiane (dal Carbonifero al Miocene medio). AGIP Mineraria, San Donato Milanese

Modalità d'esame: esame orale subordinato al superamento di una prova pratica consistente nell'analisi microscopica in sezione sottile delle principali rocce sedimentarie. L'esito della prova pratica concorre alla definizione del voto finale.

Commissione di esame: E. Patacca, C. Morigi, G.Sarti

Testi consigliati

Tucker M.E. (2001): Sedimentary petrology. Blackwell Science Ltd. (capitolo 9).
Doyle P., Bennett M.R. (eds.) (1999): Unlocking the stratigraphical record: Advances in modern stratigraphy. John Wiley & Sons Ltd.
Salvador A. (ed.) (1994): International stratigraphic guide. (2nd edition) - A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure. Geol. Soc. of America.
Miall A.D. (1997): The Geology of Stratigraphic sequences. Springer-Verlag - New York.
Prothero D.R. (1990): Interpreting the stratigraphic record. W.H. Freeman & Company - New York.

GEOMORFOLOGIA

(codice insegnamento 011DD)

(6 CFU: 5 CFU lezioni frontali ,1CFU esercitazioni)

Prof. Carlo Baroni

Dipartimento di Scienze della Terra

Obiettivi formativi

Riconoscimento delle forme del rilievo di origine endogena ed esogena e loro descrizione; processi morfogenetici e sistemi morfoclimatici (forme caratteristiche, loro relazioni e associazioni); discriminazione tra forme attive, quiescenti e relitte; criteri per la datazione delle forme del rilievo. Acquisizione di elementari tecniche di fotointerpretazione.

Programma del corso

Introduzione alla Geomorfologia

Geomorfologia strutturale, climatica, dinamica, quantitativa, regionale e storica; metodi di studio; processi endogeni ed esogeni; agenti geomorfologici e fattori che li condizionano; processi zonali, azonali e plurizonali; principali sistemi morfoclimatici; teorie sull'evoluzione del rilievo.

Geomorfologia strutturale

Morfolitologia, erosione differenziale e selettiva; principali forme di origine endogena; rilievi a struttura orizzontale e rilievi monoclinali; rilievi a pieghe (rilievo giurassico, appalachiano e catene montuose a struttura complessa); attività tettonica ed evidenze geomorfologiche; rapporti tra rete idrografica e struttura geologica; rilievi policiclici; neotettonica.

Processi e forme di origine esogena

Disfacimento meteorico e regolite; i suoli: nozioni di pedologia, processi pedogenetici, classificazione; rapporti tra morfologia e sviluppo dei suoli; suoli relitti, policiclici e paleosuoli.

Il fenomeno carsico: processi di soluzione delle rocce carbonatiche; macro e microforme di origine carsica; le grotte; cenni di idrologia carsica; carsismo e speleogenesi; paesaggi carsici.

Modellamento dei versanti e forme che ne derivano; processi di degradazione; azione della gravità; coni e falde detritiche, soliflusso e reptazione; fenomeni franosi, trasporti in massa; pediment e glacia; morfologia dei versanti.

Azione dei corsi d'acqua; il profilo di equilibrio; alvei e tracciati fluviali; valli, conoidi, pianure alluvionali, paleoalvei, terrazzi fluviali. Evoluzione della rete idrografica.

Forme di origine glaciale: processi di erosione, trasporto e deposito; forme di erosione glaciale; morene, depositi subglaciali e di contatto glaciale, classificazione; evidenze geomorfologiche delle variazioni glaciali.
Forme periglaciali: processi crioclastici, azione in superficie ed in profondità; permafrost e sua distribuzione; suoli strutturati; pingo e palsa; rock glaciers; azione della neve: valanghe, nivomorene, nicchie e gradini di nivazione.
Morfologia dei litorali: linea di riva e livello del mare; tipi di coste e loro evoluzione; spiagge, lagune e foci fluviali, falesie, coste ereditate. Principali forme di origine eolica.

Datazione delle forme del rilievo

Forme attive, quiescenti, inattive; forme relitte e fossili; unità morfostratigrafiche: loro significato paleoambientale e paleoclimatico. Il parametro "tempo" e cenni sui metodi di datazione delle forme del rilievo.

Esercitazioni

Cartografia: legenda e struttura delle carte geomorfologiche; fasi di realizzazione; esempi di carte geomorfologiche. Caratteristiche delle fotografie aeree stereoscopiche e cenni di fotointerpretazione per il riconoscimento di elementi geomorfologici.

Verifica dell'apprendimento: esame orale con voto.

Testi e letture consigliate:

- Castiglioni G.B., 1979: *Geomorfologia*. UTET, Torino.
- Selby M.J., 1989: *Earth's Changing Surface*. Clarendon Press, Oxford.
- Summerfield M.A., 1991: *Global Geomorphology*. Longman.
- Bartolini C. Peccerillo A., 2002: *I fattori geologici delle forme del rilievo*. Pitagora, Bologna.
- NASA – *Geomorphology from space*. Online: <http://disc.gsfc.nasa.gov/geomorphology/>

Commissione d'esame: C. Baroni, M.C. Salvatore, M. Pappalardo, A. Ribolini..

Orario di ricevimento: Martedì, 9 – 11 o in altri orari previo appuntamento..

MATEMATICA

(Codice insegnamento 010AA)

(9 CFU: 6 CFU lezioni frontali; 3 CFU esercitazioni)

Prof. Marco Abate.

Dipartimento di Matematica

Obiettivi formativi

Fornire agli studenti gli strumenti di metodo e di calcolo di base del linguaggio logico-insiemistico, della geometria analitica nel piano e nello spazio, dell'analisi matematica e dell'algebra lineare, finalizzati allo studio e alla modellizzazione di dati.

Argomenti da conoscere per poter frequentare efficacemente il corso

Conoscenze di base sui numeri; saper risolvere semplici equazioni e disequazioni; potenze; nozioni di base di trigonometria; coordinate cartesiane e nozioni elementari di geometria analitica.

Programma del corso

Numeri naturali, interi, razionali, reali. Percentuali. Calcolo approssimato. Manipolazione di uguaglianze e disuguaglianze. Potenze frazionarie.

Operazioni sugli insiemi. Logica elementare.

Relazioni e funzioni. Coordinate cartesiane; grafici. Equazioni, disuguaglianze e loro rappresentazione grafica. Funzioni lineari. Potenze e polinomi. Funzioni razionali. Funzioni periodiche e funzioni trigonometriche. Esponenziali e logaritmi. Limiti di successioni e di funzioni. Funzioni continue. Derivate. Teoremi fondamentali del calcolo differenziale. Crescenza e decrescenza, massimi e minimi. Funzioni convesse e concave. Regola di de l'Hopital. Studio di funzioni; ricostruzione di funzioni da dati qualitativi. Formula di Taylor. Approssimazione di funzioni tramite polinomi. Integrali definiti e indefiniti. I teoremi fondamentali del calcolo integrale. Tecniche di integrazione. Integrali impropri.

Vettori applicati. Elementi di geometria analitica nel piano e nello spazio. Sistemi lineari. Spazio vettoriale R^n , sottospazi, sistemi di generatori, basi, dimensione. Applicazioni lineari, matrici, determinanti, invertibilità di una matrice.

Prime nozioni sulle equazioni differenziali. Il problema di Cauchy: esistenza e unicità. Risoluzione di alcuni tipi di equazioni differenziali.

Verifica dell'apprendimento: L'esame è costituito da una prova scritta e una prova orale. Sono previste tre prove in itinere che, se superate con almeno due sufficienze, ammettono alla prova orale.

Testo di riferimento:

M. Abate: Matematica e statistica. Seconda edizione. McGraw-Hill Italia, Milano, 2013.

Commissione d'esame: Prof. M. Abate, Prof. Rosetta Zan

Orario di ricevimento:

Prof. M. Abate - lunedì ore 14-16

Minerali, Ambiente, Risorse

(Codice Insegnamento.....)

(6 CFU, 4 CFU lezioni, 2 CFU esercitazioni sul terreno)

Docente: **Prof. Elena Bonaccorsi** (responsabile del corso)

Dipartimento di Scienze della Terra

Obiettivi formativi: acquisire una conoscenza naturalistica delle principali emergenze minerarie e mineralogiche toscane, con particolare enfasi sulla loro importanza nell'ambito dell'evoluzione del pensiero scientifico e nella loro fruizione quali geositi. Maturare la consapevolezza della loro importanza scientifica e storica. Conoscere le eventuali problematiche di carattere ambientale legate alle differenti tipologie di mineralizzazione.

Programma

Introduzione al corso

1) Elementi di mineralogia sistematica; 2) Elementi di geologia regionale; 3) Cenni storici sullo studio dei minerali toscani; 4) Principali aree di interesse minerario-mineralogico.

Minerali delle vene idrotermali in ambiente metamorfico

- 1) Mineralizzazioni Pb-Ag-Zn (Bottino, Valdicastello): storia e metallurgia del Pb e dell'Ag, giacitura della mineralizzazione e problematica della tormalinolite, minerali più rappresentativi.
- 2) Mineralizzazioni a barite-pirite-ossidi di ferro (Valdicastello, Monte Arsiccio, Calcaferro, Buca della Vena, Fornovolasco): aspetti storici, giacitura della mineralizzazione, le peculiarità mineralogiche (Buca della Vena)
- 3) Mineralizzazioni a Hg di Levigliani e Ripa: storia e giacimentologia, minerali. Il mercurio nei sistemi idrotermali.
- 4) I minerali delle cavità dei marmi apuani: storia della coltivazione del marmo, principali fasi mineralogiche, origine delle cavità e delle mineralizzazioni.
- 5) Vene di quarzo dei Monti Pisani.

Elba orientale, Campigliese e Massetano

- 1) Elba orientale: storia e principali miniere (Rio Marina, Terranera, Capo Calamita, Ginevro); minerali principali. La metallurgia del ferro. Minerali dello skarn: hedenbergite, ilvaite e quarzo prasio di Rio Marina. Fasi secondarie dell'area di Capo Calamita.
- 2) Massetano: mineralizzazioni a Pb-Zn-Cu-Ag; importanza storica dei siti minerari (codice di Massa Marittima). Mineralizzazioni a pirite: Boccheggiano, Niccioleto, Gavorrano, Campiano. L'industria della pirite in Toscana. Acid mine drainage.

3) Campigliese: lo skarn del Temperino. Minerali dello skarn e fasi secondarie. Botro ai Marmi: skarn e vene idrotermali. Lo stagno di Monte Valerio.

Elba occidentale

Le pegmatiti del Monte Capanne. Minerali della fase aplitico-pegmatitica; minerali della fase idrotermale. I minerali delle rocce di contatto. Breve cenno ai minerali degli altri affioramenti di rocce magmatiche plio-quadernarie della Toscana (Isola del Giglio, Monte Amiata, Roccatoderighi, San Vincenzo...).

Manifestazioni idrotermali legate al magmatismo plio-quadernario (M. Pasero, C. Biagioni)

- 1) Mineralizzazioni a Hg del Monte Amiata: l'industria mineraria del mercurio.
- 2) Mineralizzazioni a Sb: Pereta, Cetine, Micciano. Paragenesi primarie e secondarie dei depositi a Sb della Toscana. L'oro "invisibile" e quello visibile in Toscana: Frassine, Campigliola vs. Giglio e Apuane.
- 3) L'area geotermica di Larderello: i minerali dei soffioni boriferi. L'estrazione dell'acido borico.

Ofioliti

- 1) Le mineralizzazioni idrotermali associate alle ofioliti: depositi a Cu e vene idrotermali con zeoliti. Montecatini Val di Cecina: importanza storica e mineraria. Breve cenno alle idrotermaliti (milleriti...). Rischio ambientale delle "pietre verdi": l'amianto in Toscana.
- 2) I depositi a magnesiti e pietre silicee associate alle ofioliti toscane. La lavorazione dei calcedoni all'Opificio delle Pietre dure di Firenze. Il sequestro di CO₂.

Minerali delle rocce sedimentarie

- 1) Rocce evaporitiche triassiche e mioceniche: gessi e quarzi neri delle Anidriti di Burano; gessi (alabastro) e salgemma delle evaporiti messiniane. La miniera di zolfo di Lornano.
- 2) Rocce carbonatiche e pelitiche della Falda Toscana: mineralizzazioni a Pb-Zn nei calcari mesozoici della Val di Lima. Mineralizzazioni a Mn nei Diaspri e Cu-Mn nella Scaglia rossa toscana e equivalenti metamorfici nei Diaspri e negli Scisti sericitici delle Alpi Apuane.
- 3) Depositati elastici continentali plio-pleistocenici: il Valdarno e la Garfagnana.

Il corso comprende lezioni, esercitazioni e escursioni giornaliere.

Commissione d'esame: M. Pasero, C. Biagioni, N. Perchiazzi, E. Bonaccorsi

Verifica dell'apprendimento: relazione sulle esercitazioni sul terreno e prova orale

Testi consigliati: pdf delle lezioni e materiale distribuito durante il corso.

Orario di ricevimento: da concordare con il docente.

MINERALOGIA

(Codice insegnamento 115DD)

(12 CFU: 10 CFU lezioni frontali; 2 CFU esercitazioni)

Prof. Natale Perchiazzi

Dipartimento di Scienze della Terra

Programma del corso

Introduzione alla mineralogia, sviluppo storico, interazioni con le altre discipline.

Cristallografia. Stato solido cristallino e stato solido amorfo. Distribuzione omogenea periodica in due e tre dimensioni. Operazioni di simmetria semplici e composte. I gruppi del punto bidimensionali. I reticoli di Bravais. Le leggi della cristallografia morfologica. Classi di simmetria e sistemi cristallini. Cenni sui gruppi spaziali. Introduzione alla proiezione stereografica. Le geminazioni, leggi ed esempi dei casi più frequenti.

Le proprietà fisiche nei minerali. Proprietà fisiche scalari, direzionali continue e direzionali discontinue. Il principio di Neumann. Proprietà fisiche verificabili sul campione a mano ed in laboratorio: peso specifico, durezza, sfaldabilità,

abito, colore, lucentezza, ferromagnetismo, piezoelettricità, piroelettricità.

Ottica cristallografica. Generalità sui fenomeni luminosi nei mezzi isotropi. Richiami sulle leggi dell'ottica geometrica: la riflessione e la rifrazione. L'assorbimento della luce. Luce naturale e luce polarizzata. Generalità sui fenomeni luminosi nei mezzi anisotropi. Birifrazione, polarizzazione e colori di interferenza Il pleocroismo. Le superfici ausiliare in ottica cristallografica e loro relazione con la simmetria dei cristalli. Osservazioni al microscopio in luce polarizzata: fenomeni osservabili in luce parallela e convergente, figure di interferenza.

Elementi di cristallografia, mineralogia descrittiva e sistematica. Richiami sui principali tipi di legame chimico. Gli impaccamenti cubico ed esagonale compatto, tipi strutturali

base da essi derivabili. Raggi ionici e numero di coordinazione, le regole di Pauling.

Strutture cristalline a legami prevalentemente ionici e contenenti anioni complessi. Descrizione di alcune strutture a legami prevalentemente covalenti. Isotopia ed isomorfismo, soluzioni solide e vicarianze comuni nei silicati e minerali costituenti delle rocce. Criteri di valutazione dei dati chimici e ricalcolo delle formule cristallografiche di

olivine, granati, pirosseni, anfibioli, fillosilicati, feldspati. Tipi di polimorfismo ed esempi in minerali costituenti delle rocce. Diagrammi di stato a due componenti: fusione

incongruente, soluzioni solide, cristallizzazione eutettica.

La classificazione dei minerali: elementi nativi, ossidi, solfuri, alogenuri, carbonati, solfati, fosfati, silicati. Descrizione dei principali e più comuni minerali appartenenti alle diverse classi e dei principali minerali costituenti le rocce. Il colore nei minerali.

La diffrazione dei raggi X. Introduzione ai raggi X: cenni storici. Spettro continuo e spettro a righe. Interazione raggi X - materia. Assorbimento fotoelettrico e radiazione di fluorescenza. Diffusione incoerente (effetto Compton). Diffusione coerente (effetto Rayleigh). I raggi X come onde e come particelle. Fattore di diffusione atomico. La diffrazione da parte di un reticolo tridimensionale. Il fattore di struttura e le estinzioni sistematiche. Le equazioni di Laue. L'equazione di Bragg. Equivalenza tra equazioni di

Laue ed equazione di Bragg. Il reticolo reciproco. La sfera di riflessione di Ewald. La simmetria della diffrazione. Le classi di Laue. Componenti essenziali di un diffrattometro: tubo a raggi X, filtri, collimatori, monocromatori, slitte di divergenza, rivelatori. Tecniche diffrattometriche da polvere e da cristallo singolo. Metodo del cristallo rotante. Il diffrattometro delle polveri. Identificazione di fasi pure ed in miscele binarie semplici, con particolare attenzione ai silicati costituenti delle rocce.

Esercitazioni

Esame di esempi di gruppi del punto bidimensionali. Esame di modelli di forme cristalline semplici e composte. Rappresentazione degli elementi di simmetria e di alcune forme

cristallini semplici in proiezione stereografica. Riconoscimento macroscopico dei minerali più frequenti, rilevanti economicamente e caratteristici delle diverse classi mineralogiche. Per i minerali costituenti delle rocce il riconoscimento sarà fatto anche nel contesto della roccia stessa.

Ricalcolo della formula cristallografica di un minerale a partire dalla sua composizione chimica.

Esecuzione ed interpretazione di diffrattogrammi di polvere di fasi minerali con particolare riguardo all'identificazione di minerali costituenti delle rocce.

Obiettivi formativi

Acquisire le conoscenze di base della cristallografia strutturale e morfologica e delle proprietà fisiche dei minerali. Conoscere gli aspetti teorici dell'ottica cristallografica per lo studio in sezione sottile dei minerali e delle rocce attraverso il microscopio polarizzante in luce trasmessa. Giungere all'identificazione macroscopica dei minerali più frequenti in natura, attraverso l'osservazione delle principali proprietà fisiche macroscopiche verificabili nel campione a mano. Acquisire le nozioni essenziali della cristallografia a raggi-X, per giungere attraverso la pratica di laboratorio a un grado di autonomia che consenta la lettura e l'interpretazione dei dati sperimentali e la successiva soluzione di problemi semplici di identificazione di minerali in diffrattometria di polvere. Attraverso l'esame critico dei dati chimici ci si propone di far acquisire la capacità di un corretto ricalcolo della formula cristallografica di un minerale.

Il corso si propone inoltre di fornire agli studenti le conoscenze di base della cristallografia dei silicati costituenti delle rocce, e la trattazione sistematica dei minerali più abbondanti in natura delle varie classi mineralogiche.

Verifica dell'apprendimento: prova scritta con giudizio.

Testi consigliati

Klein: Mineralogia. Zanichelli
Wenk & Bulakh: Minerals. Cambridge University Press
Bonatti S. & Franzini M.: Cristallografia mineralogica. Boringhieri. Gottardi G.: I minerali. Boringhieri.
Dispense fornite dal docente sul riconoscimento macroscopico dei minerali nelle rocce
Presentazioni delle lezioni fornite dal docente

Commissione d'esame: N. Perchiazzi, E. Bonaccorsi, M. Lezzerini.

Orario di ricevimento: Martedì, 11 – 13; Giovedì, 11 – 13.

PALEONTOLOGIA CON LABORATORIO

(Codice insegnamento 014DD)

(12CFU: 9 CFU lezioni frontali; 3 CFU laboratorio e lezione fuori sede)

Prof. Gabriella Bagnoli

Dipartimento di Scienze della Terra

Programma del corso

Cenni di genetica. La cellula animale ed i suoi componenti principali. Il codice genetico e la sintesi delle proteine. Mitosi e meiosi. Ereditarietà dei caratteri. Mutazioni e loro significato.

Tassonomia. Principali categorie tassonomiche. La specie e la variabilità intraspecifica. La specie in paleontologia. Le principali regole di nomenclatura. Le diverse scuole tassonomiche. Cenni di cladistica. Paratassonomia.

Tafonomia. Possibilità di fossilizzazione delle diverse parti degli organismi in relazione alla composizione originaria ed all'ambiente di deposizione. Fattori che influiscono sulle potenzialità di conservazione. Le varie tappe del processo tafonomico. Processi

biostratinomici (necrolisi, bioerosione, trasporto, dissoluzione). Seppellimento e successive trasformazioni della sostanza organica e delle parti scheletriche mineralizzate.

Inglobamento e incrostazione.

Evoluzione. Le teorie evolutive di Lamarck e Darwin. La selezione naturale e l'origine delle variazioni. Teoria sintetica moderna. Microevoluzione e teorie sull'origine di nuove specie. Macroevoluzione: tendenze evolutive, velocità di evoluzione, variazioni di biodiversità.

Applicazioni:

- Paleoecologia. Definizione e principi. Modo di vita degli organismi marini e fattori che ne controllano la distribuzione. Popolazioni e paleoambienti. Tracce fossili. Applicabilità e limiti delle ricostruzioni paleoecologiche.
- Biostratigrafia. Uso dei fossili come indicatori di età. Principali gruppi fossili utilizzati in biostratigrafia. Concetto di biozona. I diversi tipi di biozona. Le correlazioni biostratigrafiche. Rapporti con le unità lito e cronostratigrafiche.

- Paleobiogeografia. Modelli di diffusione degli organismi. Ruolo dei fossili nelle ricostruzioni paleogeografiche.

Principali eventi nella storia della vita. Ipotesi sull'origine della vita. I primi resti fossili dell'Archeano. La vita nel Proterozoico e il relativo aumento dei livelli di ossigeno. Ipotesi sul passaggio procarioti-eucarioti. I primi organismi pluricellulari. I primi resti scheletrici mineralizzati. L'"esplosione Cambriana". Le grandi faune evolutive marine in relazione ai grandi cambiamenti ambientali (Fauna Cambriana, Fauna Paleozoica e Fauna Moderna). La conquista delle terre emerse. I principali eventi di estinzione e radiazione del Fanerozoico. *Paleontologia sistematica.* Conoscenze basilari di anatomia, morfologia, paleoecologia e distribuzione stratigrafica dei principali gruppi di organismi fossili di interesse geologico. Phylum Porifera – Caratteri generali ed importanza citogenetica. Classe Archaeocyatha.

Phylum Cnidaria – Caratteri del phylum, delle classi e dei principali ordini.

Phylum Mollusca- Caratteri generali del phylum e delle classi. Sottoclassi, ordini e generi più rilevanti dei bivalvi, gasteropodi e cefalopodi.

Phylum Echinodermata – Caratteri del phylum e delle classi. Inquadramento sistematico fino a livello di genere di alcuni echinoidi.

Phylum Arthropoda. Caratteri del phylum, della Classe Trilobita e degli ordini.

Phylum Hemichordata. Caratteri del phylum, della Classe Graptolithina e degli ordini. Phylum Brachiopoda. Caratteri

del phylum, delle classi e degli ordini.

Caratteri generali ed importanza litogenetica di briozoi, diatomee, radiolari, foraminiferi. Cenni sui conodonti.

Obiettivi Formativi

Fornire allo studente le basi teoriche necessarie per la comprensione dei principali processi di fossilizzazione e dell'evoluzione della vita.

Fornire allo studente le conoscenze essenziali relative a morfologia, storia evolutiva, distribuzione stratigrafica, paleoecologia ed importanza litogenetica dei principali organismi fossili del Fanerozoico per consentirgli di riconoscerli e di darne una descrizione con la terminologia appropriata.

Mettere lo studente in grado di riconoscere le potenzialità applicative dei diversi gruppi fossili nel campo delle Scienze della Terra e della loro utilizzazione come indicatori di età e di ambiente deposizionale.

Lezioni fuori sede: una escursione della durata di un giorno

Verifica dell'apprendimento

Prova in itinere e/o prova finale con voto. L'esito delle verifiche in itinere concorre alla definizione del voto conseguito sostenendo la prova finale.

Testi consigliati

Allasinaz A.: Invertebrati fossili. UTET

Raffi S. & Serpagli E. (1993) – Introduzione alla Paleontologia. UTET

Benton & Harper - (2009) Introduction to Paleobiology and the fossil record. Wiley- Blackwell

Appunti forniti dal docente.

Commissione d'esame

G. Bagnoli, L. Ragaini, W. Landini

Orario di ricevimento

G. Bagnoli Mart :16-18

Paleontologia dei vertebrati

(Codice insegnamento 015DD)

(6 CFU lezioni frontali)

Prof. Walter Landini

Dipartimento di Scienze della Terra

Programma del corso

Cenni sull'origine dei Cordati.

La radiazione dei vertebrati marini nel Paleozoico inferiore e l'origine dei Tetrapodi.

La radiazione paleozoica degli anfibi e l'origine dell'uovo amniotico.

La radiazione dei rettili permo-carboniferi.

Lineamenti biogeografici dei tetrapodi nel Paleozoico superiore. La radiazione triassica rettiliana.

L'origine dei dinosauri e la radiazione adattativa triassica. Origine dei mammiferi.

Adattamenti rettiliani all'ambiente aereo.

La radiazione giurassica dei dinosauri e l'origine degli uccelli.

La radiazione cretacea dei dinosauri.

Principali lineamenti biogeografici dei vertebrati terrestri nel corso del Mesozoico

La crisi biologica al passaggio K/T: l'estinzione dei dinosauri

La radiazione adattativa dei mammiferi nel Cenozoico: analisi delle principali linee filetiche

Problematiche di geoconservazione e valorizzazione dei siti a vertebrati. Casi studio in Italia e nel mondo

Obiettivi formativi

Conoscenze di base sulla sistematica e sulla storia evolutiva delle principali linee di vertebrati terrestri. Conoscenze approfondite sui meccanismi di estinzione e di radiazione adattativa. Conoscenze sulla gestione e valorizzazione dei siti a vertebrati.

Verifica dell' apprendimento:

esame orale con voto.

Testi Consigliati

- Benton M.J.: Paleontologia dei Vertebrati. Lucisano, Milano.
- Carroll R.L.: Vertebrate Paleontology and Evolution. W.H. Freeman and Company, New York.
- Appunti del docente (pdf delle lezioni svolte)

Commissione d'esame: W. Landini, G. Bianucci, , L. Ragaini, C. Tinelli

Orario di ricevimento: Lunedì 14-16.

PETROGRAFIA CON LABORATORIO

(Codice insegnamento 129DD)

12 CFU

(7 CFU lezioni frontale, 2 CFU esercitazione, 3 CFU laboratorio)

Prof. Massimo D'Orazio *Dipartimento di Scienze della Terra*

Obiettivi formativi

Il corso ha lo scopo di fornire gli strumenti di base per descrivere e classificare le rocce ignee e metamorfiche. Lo studente sarà anche introdotto alla conoscenza dei principali processi di genesi ed evoluzione delle rocce e alle relazioni esistenti tra magmatismo/metamorfismo e tettonica delle placche.

LABORATORIO

Descrizione microstrutturale-mineralogica microscopica e classificazione delle rocce ignee (plutoniche e vulcaniche) e metamorfiche.

Programma**LEZIONI FRONTALI (Massimo D'Orazio)**

Cenni sulla formazione del Sistema Solare. La formazione del sistema Terra-Luna. Le meteoriti. La struttura interna terrestre. Gradienti di pressione e temperatura all'interno della Terra. La tettonica delle placche. La composizione chimica della Terra e dei suoi principali reservoirs.

Il ciclo delle rocce e i principali processi petrogenetici.

Le rocce ignee: composizione chimica e mineralogica, concetti petrochimici di base, presentazione e trattazione elementare dei dati analitici, classificazione. Struttura e proprietà fisiche dei magmi. I processi di differenziazione dei magmi: immiscibilità di liquidi, cristallizzazione frazionata, mescolamento di magmi, assimilazione, processi termodiffusivi. I diagrammi di fase a uno, due e tre componenti: principi fondamentali ed esempi petrologicamente rilevanti. La classificazione delle rocce ignee. Basalti: genesi, classificazione e significato geodinamico. Le rocce granitoidi: genesi, classificazione e significato geodinamico e minerogenetico. Le serie magmatiche in relazione alla tettonica delle placche.

Le rocce metamorfiche: definizione del metamorfismo, limiti e fattori del metamorfismo, tipi di metamorfismo, famiglie di protoliti, i concetti di grado, facies e serie di facies metamorfiche, le reazioni metamorfiche, le rappresentazioni chemografiche delle paragenesi metamorfiche. Il dinamometamorfismo: miloniti e cataclasiti. La classificazione delle rocce metamorfiche. Metamorfismo e tettonica delle placche.

LABORATORIO (Sergio Rocchi)

Le rocce ignee. Componenti: minerali fondamentali e accessori, xenoliti e xenocristalli. Microstrutture: nucleazione e crescita cristallina, ordine di cristallizzazione; cristallinità, granularità, forma dei cristalli, relazioni spaziali tra le fasi. Descrizione e classificazione microscopica e macroscopica in relazione alle associazioni magmatiche.

Le rocce metamorfiche. Componenti: i minerali specifici delle rocce metamorfiche. Microstrutture: tessiture intergranulari e intragranulari; relazioni cronologiche tra blastesi e deformazione. Descrizione e nomenclatura microscopica e macroscopica in relazione alle facies metamorfiche.

Esercitazioni

(Anna Gioncada, Luigi Folco)

Esercizi sul trattamento automatico di dati analitici di rocce, esempi di lettura di diagrammi petrologici e di utilizzo di diagrammi chemografici, esercizi di classificazione di rocce ignee e metamorfiche.

Lezioni fuori sede

Una lezione fuori sede di un giorno.

Modalità d'esame

CORSO PRINCIPALE: Due verifiche scritte in itinere (fine I e II semestre) ed esame orale oppure prova scritta ed esame orale.

LABORATORIO

Verifiche in itinere: descrizione e classificazione microscopica roccia plutonica (gennaio), roccia vulcanica (marzo), roccia metamorfica (maggio).

Valutazione integrata con il corso di Petrografia.

Commissione di esame

Massimo D'Orazio, Sergio Rocchi, Anna Gioncada, Pietro Armienti, Luigi Folco.

Testi consigliati

Philpotts A.R. & Ague J.J. (2009): Principles of Igneous and Metamorphic Petrology. Cambridge University Press, pp. 667.

Cox K.G., Bell J.D. & Pankhurst R.J. (1979): The interpretation of igneous rocks. Allen & Unwin, pp. 449.

D'Amico C., Innocenti F. & Sassi F.P. (1987): Magmatismo e Metamorfismo. UTET, pp.536.

D'Argenio C., Innocenti F. & Sassi F.P. (1994): Introduzione allo studio delle rocce. UTET, pp.162.

MacKenzie W.S. & Guilford C. (1982): Atlas of Rock-forming mineral in thin section. Longman (Edizione italiana: Zanichelli).

MacKenzie W.S., Donaldson C.H. & Guilford C. (1982): Atlas of Igneous Rocks and their Textures. Longman (Edizione italiana: Zanichelli).

Vernon R.H. (2004): A practical guide to rock microstructure. Cambridge, pp. 594.

Yardley B.W.D., MacKenzie W.S., Guilford C. (1990): Atlas of metamorphic rocks and their textures. Longman. (Edizione italiana: Zanichelli).

Manuali di Petrografia Ottica (uno a scelta dello studente)

Deer W.A., Howie R.A. & Zussman J. (1992): An introduction to the rock-forming minerals. Longman.

Kerr P.F.: Optical mineralogy. McGraw-Hill, pp. 492.

Peccerillo A. & Perugini D. (2003): Introduzione alla Petrografia ottica. Morlacchi, pp. 200 e CD-ROM interattivo.

Phillips W.R. & Griffen D.T. (1981): Optical Mineralogy - The nonopaque minerals. Freeman & Co. pp 677.

Pichler H. & Schmitt-Riegraf C. (1997): Rock-forming minerals in thin sections. Chapman & Hall, pp. 220.

Raith M.M., Raase P. & Reinhardt J. (2011): Guide to Thin Section Microscopy. Michael M. Raith, Peter Raase & Jürgen Reinhardt. download e-book (pdf, 12 MB).

Roubault M. (1963): Détermination des minéraux des roches aux microscope polarisant. Lamarre-Poinat, pp. 364.

Classificazione delle rocce

Fettes D. & Desmons J. (2007): Metamorphic rocks: A Classification and Glossary terms. Cambridge, pp. 244.

Innocenti F., Rocchi S. & Trigila R. (1999): La classificazione delle rocce vulcaniche e subvulcaniche: schema operativo per il progetto CARG. Atti Società Toscana Scienze Naturali, Serie A, 106: 113-124.

Le Maitre R.W. (editor, 2002): Igneous Rocks. A classification and Glossary of terms. Cambridge University Press, pp. 236.

Varie

Armienti P. (a cura di, 1993): La determinazione dei plagioclasti al microscopio polarizzante. SEU, Pisa, pp. 40.

Jerram, D.A., Petford, N., 2011. The Field Description of Igneous Rocks, 2nd ed. Wiley-Blackwell, 238 pp.

Rocchi S. (1993): Meccanismi di cristallizzazione e strutture delle rocce ignee. SEU, Pisa, pp. 57.

Shelley D. (1992): Igneous and metamorphic rocks under the microscope. Chapman & Hall, London, pp. 445.

RILEVAMENTO GEOLOGICO E LABORATORIO DI CARTOGRAFIA II

(Codice insegnamento 116DD)

(12 CFU: 2 CFU lezioni frontali; 3 CFU esercitazioni; 7 CFU lez. fuori sede)

Prof. Luca Pandolfi

Dipartimento Scienze della Terra

Obiettivi formativi

Realizzazione di carte geologiche a scale diverse in aree di media difficoltà geologica ed elaborazione della legenda, degli schemi tettonici, stratigrafici e delle sezioni geologiche. Lettura ed interpretazione di tutti i tipi di carte geologiche e descrizione delle principali caratteristiche strutturali e stratigrafiche.

Programma del corso

Principi di lettura delle carte geologiche, struttura ed uso della legenda, principi geometrici e riconoscimento delle strutture geologiche a scala cartografica, criteri di riconoscimento e distinzione dei diversi tipi di strutture tettoniche. Pendenze reali e apparenti, uso del nomogramma, spessori reali ed apparenti delle formazioni. Esempi di carte geologiche in successioni sedimentarie, metamorfiche e magmatiche. Organizzazione della legenda, unità litostratigrafiche, simboli geologici, organizzazione dello schema tettonico. Schemi strutturali e stratigrafici. Tecniche per il rilevamento geologico: principi di rilevamento in rocce sedimentarie, metamorfiche e magmatiche. Pianificazione: strumenti ed equipaggiamento, il libretto di campagna e la descrizione delle strutture geologiche primarie e secondarie. Raccolta sul terreno di elementi planari e lineari e loro rappresentazione statistica. Criteri d'individuazione delle tracce delle sezioni, tecniche per la realizzazione delle sezioni geologiche (intersezione superficie topografica/superficie geologica, ricostruzione di superfici sepolte, ricostruzioni di successioni stratigrafiche). Tecniche per la realizzazione di sezioni geologiche di strutture ad asse orizzontale e inclinato. Sezioni geologiche in aree polideformate, con individuazione dei piani assiali delle varie generazioni di strutture.

Esercitazioni

(Pandolfi, Musumeci)

Realizzazioni di sezioni geologiche di strutture ad asse orizzontale, inclinato ed in aree polideformate. Rappresentazione statistica di elementi planari e lineari.

Lezioni fuori sede

Saranno articolate su 9 escursioni giornaliere e un campo di 5 giorni. Il campo verrà effettuato nell'Appennino Settentrionale (Unità Liguri, Falda Toscana e Unità Toscane metamorfiche). Al termine dei campi ogni studente dovrà presentare una relazione corredata di carta, legenda e sezione geologica.

Verifica dell'apprendimento

Esame scritto e orale con voto.

Testi consigliati

- Mc Clay K. (1992): The mapping of geological structures. Geological Society of 76, London, Handbook series, John Wiley & Sons.
- Roberts J.L. (1982): Introduction to Geological maps and structures. Pergamon Press.

Commissione di esame: L. Pandolfi, M. Marroni, G. Musumeci, C. Montomoli, C. Frassi

Orario di ricevimento: su appuntamento via e-mail

VULCANOLOGIA
(Codice insegnamento 019DD)
(6 CFU lezioni frontali)

Dr. Paola Marianelli

Dipartimento di Scienze della Terra

Programma del corso

Introduzione ai processi vulcanici. Distribuzione dei vulcani sulla superficie terrestre, relazioni tra geodinamica e vulcanismo. Proprietà chimico-fisiche e reologia dei magmi. Risalita di magmi e processi pre-eruttivi. Volatili e frammentazione esplosiva del magma. Attività effusiva e esplosiva. Classificazione e tipi di eruzione, meccanismi eruttivi, principali caratteristiche dei prodotti e tipi di depositi. Morfologia degli apparati vulcanici; strutture calderiche. Impatto dell'attività vulcanica sull'ambiente naturale. Cenni alla pericolosità dei fenomeni vulcanici. Vulcani e risorse.

Obiettivi formativi

Conoscenza di base dei vulcani, dei processi eruttivi, dei diversi tipi di eruzioni e dei loro prodotti, dei principali tipi di strutture vulcaniche, delle risorse connesse ai vulcani, degli aspetti di pericolosità vulcanica.

Testi consigliati:

- Materiale didattico (ppt) e articoli verranno forniti durante il corso
- Sigurdsson, H. (Editor in Chief) (2000): Encyclopedia of Volcanoes. Academic Press. San Diego. 1417 pp.
- Schmincke HU (2004) Volcanism. Springer, 324 pp.
- Giacomelli L & Scandone R (2002) Vulcani e eruzioni
- Scandone R Giacomelli L (1998) Vulcanologia
- Lockwood JP & Hazlett RW (2010) Volcanoes. Global Perspectives. Wiley-Blackwell, 541pp

Verifica dell'apprendimento: Esame orale con voto.

Commissione d'esame: P. Marianelli, A. Sbrana, P. Fulignati.

Orario di ricevimento: Su appuntamento telefonico o via e-mail