

DIDATTICA del DOTTORATO TOSCANO in SCIENZE DELLA TERRA (Università degli Studi di Firenze, Pisa e Siena)

Attività Didattiche Trasversali (Complementary and Soft Skills)

Le “Attività Didattiche Trasversali” organizzate dall’**Università di Firenze** sono elencate al seguente indirizzo: https://www.unifi.it/upload/sub/dottorati/skills_2018.pdf

Tra le “Attività Didattiche Trasversali” organizzate dall’**Università di Pisa** (<http://dottorato.unipi.it/index.php/it/dottorandi/item/430-attivita-didattiche-trasversali-per-i-dottorati-dell-universita-di-pisa-anno-accademico-2018-19.html>) sono stati selezionati per il Dottorato Regionale in Scienze della Terra, i seguenti corsi:

Moduli "altamente consigliati":

- 1) Modulo “Academic English”**
- 2) Modulo 2 (cod. LABCD2) - Promuovere la propria ricerca nel web**
- 3) Modulo “Il Ruolo Della Statistica Nella Ricerca” (Cod. Stat1)**

Moduli suggeriti:

- 1) Modulo “Promuovere I Prodotti Della Ricerca” (Cod. RIC1)**
- 2) Modulo “Strumenti Informatici Per La Ricerca Dottorale” (COD. INF1)**
- 3) Modulo “Gender Issues” (cod. CUG1)**

CORSI INTERNI PROPOSTI PER IL 2018-19

I Dipartimenti di Firenze, Pisa e Siena offrono dei corsi interni per la formazione dei propri studenti di dottorato. La frequenza a questi corsi permette di acquisire CFU, necessari per l'ammissione al 2° e al 3° anno (si raccomanda di richiedere l'**attestato di partecipazione** con il quale certificare la frequenza al corso).

Qui di seguito troverete l'elenco completo dei corsi proposti. Per alcuni è già riportato il periodo in cui si terrà il corso, mentre per i corsi in cui non è specificata la tempistica, le date di svolgimento saranno da concordare con il docente.

Si prega di avvisare via mail il docente di riferimento del proprio interesse a frequentare il corso.

Verranno attivati i corsi che ottengono un numero minimo di iscrizioni (numero minimo concordato con il docente di riferimento).

CORSI PROPOSTI DALLA SEDE DI FIRENZE

RICCARDO AVANZINELLI (riccardo.avanzinelli@unifi.it)

Measurements of isotope ratios through TIMS and MC-ICPMS and applications to Geosciences (8 ore, 1 CFU).

The aim of the course is to provide the basics knowledge of the analytical procedures for the measurements of isotope ratios via multicollector Thermal (TIMS) and Plasma-sourced (MC-ICPMS) Mass Spectrometer.

The course consists in 2 lessons (2 hours each) and a laboratory experience (4 hours) at the Radiogenic Isotope Geochemistry Laboratory of the Università degli Studi di Firenze.

Lesson 1 (2 hours): brief introduction to isotopes; chemical methods for sample purification through cation exchange chromatography; description of TIMS and MC-ICPMS and differences.

Lesson 2 (2 hours): Corrections and key issues related to the measurements of isotope ratios (e.g. Mass Bias and its correction). Static vs. Multidynamic measurements. Isotope Dilution measurements. Description of the complete analytical procedure for selected isotopic systematics (e.g. Sr, Pb, U-Th).

Lab experience (4 hours): Visit to the Radiogenic Isotope Geochemistry Laboratory of the Università degli Studi di Firenze with practical experience of operating a TIMS instrument for the measurements of isotopic ratios.

MARCO BENVENUTI (GEO/09) (mabenvenuti@unifi.it)

Le Scienze della Terra e l'Archeometria

(6 ore, 1 CFU)

(N.B. Il corso è svolto con frequenza biennale e sarà ri-proposto il prossimo anno - 2020)

- Archeometria: definizione
- L'Archeometria in Italia: considerazioni e prospettive
- Le Scienze della Terra e l'Archeometria: principali campi di interesse
- Archeometallurgia: definizione e problematiche
- Evoluzione cronologica dei processi metallurgici
- Archeometallurgia del rame (e leghe)
- Archeometallurgia del ferro (e leghe)
- Traccianti di processo e provenienza

ADELE BERTINI and NATHALIE COMBOURIEU-NEBOUT (CNRS Parigi)

(adele.bertini@unifi.it)

Quaternary paleoenvironments and paleoclimate in the Mediterranean area

(8 ore, 1 CFU) (*Novembre – Dicembre 2019*).

The future of Mediterranean ecosystems and landscapes is clearly tied to water availability and global climate change. While modern vegetation data from the region provide a baseline for understanding relationships between aridity and vegetation composition, paleoecological records bring support for understanding vegetation responses at longer time scales. Paleoecological records show that aridity, as a feature of the Mediterranean basin, appeared early, gradually increasing up to the present time. Italy represents one of the most informative Mediterranean areas to: (i) reconstruct the response of vegetation to various climatic stresses; and (ii) assess the likely future behaviour of Mediterranean plants. Furthermore, the Italy's rich geological and stratigraphical record makes it (iii) a significant source of information on the history of Mediterranean.

This course focuses on understanding the:

- response of vegetation/environment (from 2.6 Ma) to variations in climatic forcing on orbital and millennial/submillennial (e.g. Heinrich events, D-O, Bond cycles) timescales;
- driving and environmental context of the phases of migration and successive colonization of hominins;
- interglacial features from 2.6 Ma for a better evaluation of the future and length of the Holocene.

Schedule:

Lesson 1 (3 hours - Adele Bertini, AB) - Introduction on paleoenvironment and paleoclimate changes in the Mediterranean during the Quaternary with special focus on the Italian peninsula.

Lesson 2 (2 hours - Nathalie Combourieu-Nebout, NCN) - Cases of study in the whole Mediterranean area and application of transfer functions to reconstruct paleoclimatic parameters (T, P, ...)

Lesson 3 (1 hour - AB & NCN) - From the samples to the palynological slides: illustration of the chemical-physical treatment of marine and continental sediments - Laboratory of Palynology of the DST of Firenze.

Lesson 4 (2 hours - AB & NCN) - Introduction to pollen, dinocysts and palynofacies analyses.

LUCA BINDI (*luca.bindi@unifi.it*)

Introduzione alla cristallografia aperiodica (6 ore, 1 CFU)

(Ottobre - Dicembre 2019)

Concetto di aperiodicità di una struttura cristallina; strutture modulate incommensurate; strutture modulate composite; quasicristalli; tecniche di indagine di materiali aperiodici e loro descrizione.

Il corso prevede solo lezioni frontali (6 ore).

Introduction to aperiodicity; incommensurately modulated structures; composite modulated structures; quasicrystals; how to study and describe an aperiodic material.

Only class lectures (6 hours).

Cristallochimica di minerali del mantello (6 ore, 1 CFU)

Transizioni di fase olivina → wadsleyite e wadsleyite → ringwoodite. Incorporazione di elementi minori in fasi di alta pressione (majorite, akimotoite, ringwoodite, bridgmanite, fasi post-spinello). Analogie tra minerali di alta pressione terrestri e loro equivalenti nelle meteoriti.

Il corso prevede solo lezioni frontali (6 ore).

Phase transitions olivine → wadsleyite and wadsleyite → ringwoodite; Incorporation of minor elements in high-pressure phases (majorite, akimotoite, ringwoodite, bridgmanite, post-spinel phases); Analogies between terrestrial high-pressure minerals and their analogues in meteorites.

Only class lectures (6 hours).

SILVIA DANISE (1) (*silvia.danise@unifi.it*)

Stratigraphic Palaeobiology: understanding the structure of the fossil record

(32 ore; 4 CFU) (13th-17th May 2019)

This course aims at giving an introduction to the discipline of Stratigraphic Palaeobiology. Stratigraphic Palaeobiology is a useful tool to understand the structure of the fossil record, and by doing that, overcoming its incompleteness. It is based on the concept that the distribution of fossil taxa in time and space is controlled not only by their ecology and evolution, but also by the stratigraphic processes that govern where and when sediments that might contain fossils are deposited and preserved. Over the course, students will learn how to read and analyse palaeontological data within their sequence stratigraphic and sedimentary framework, in order to reconstruct

tempo and mode of marine ecosystem change at various temporal and spatial scales, from local, to regional and global patterns.

The course is organised in 4 day of lessons, with theoretical and practical contents (6 hours/day) and 1 day of fieldtrip (8 hours).

During the course, Daniele Scarponi, from the Università di Bologna, will give a lecture on the application of Stratigraphic Palaeobiology to the study of Quaternary mollusc assemblages from the Po Plain.

Day 1 – (a) Quality of the fossil record. Incompleteness and type of bias. (b) Key concepts of sequence stratigraphy and facies analysis. (c) Environmental controls on the distribution of species: environmental gradients, ecological niche, ecological gradients, species response curves. (d) Introduction to the field area of day 2.

Day 2 - Field excursion. Pliocene localities, Tuscany. Aim of the fieldtrip is to learn how to interpret fossil occurrences according to facies changes and sequence stratigraphic surfaces.

Day 3 – (a) Stratigraphic controls on fossil occurrences (e.g., sequence boundaries, flooding surfaces) during periods of background origination-extinction rates, and during periods of high extinction rates (mass extinction events). (b) Practical (part 1). How to reconstruct ecological and environmental gradients working within a time-environment framework: ordination techniques.

Day 4 – (c) Practical (part 2). How to reconstruct ecological and environmental gradients working within a time-environment framework: ordination techniques.

Day 5 – (a) Moving from local, to regional and global patterns. The application of Stratigraphic Palaeobiology to reconstruct palaeoecological and macroevolutionary trends. Key case-study: The fossil record of Neogene-Quaternary cetaceans. (b) Invited speaker. Dr Daniele Scarponi, Università di Bologna.

SILVIA DANISE (2) (silvia.danise@unifi.it)

Deep-Sea Ecosystems: ecology, evolution and economic importance

(26 ore; 3 CFU) (11th-14th June 2019)

The aim of this seminar is to give an overview of the main deep-sea ecosystems, their evolutionary history, ecology, and biodiversity. Focus will be also given to their economic importance and to the measures needed for their sustainable management.

Notwithstanding deep-sea environments cover about 65% of the Earth surfaces, they still remain as a largely unexplored part of the planet. Growing explorations conducted over the last decades have shown an unexpected diversity of life-forms adapted to live in these extreme, light-devoid environments. Increased knowledge on deep-sea biodiversity, thanks to the enhanced technology of submersibles and remote operated vehicles, goes along with economic interests for industrial exploitation. Seafloor massive sulphide deposits found at hydrothermal vents are an important source for copper and zinc, lead, silver and gold; polymetallic nodules formed at abyssal depths, are the largest reserve of manganese, cobalt and nickel, essential for modern green technologies such as battery-powered cars; in addition to metal-rich deposits, there is interest in extracting methane from gas hydrates associated with marine sediment on continental slopes and rises. Ensuring that such wealthy resources are managed and developed in a sustainable manner is a challenge for future policy makers.

The course is organized in three days of lessons (6 hours/day) and 1 day of fieldtrip (8 hours).

Day 1 – (a) The deep sea environment. History of explorations. Bio-geochemical cycles. Photosynthetic and chemosynthetic food webs. Oceanography. (b) Modern

and past biodiversity and depth gradient of the deep-sea biota. (c) Heterotrophic ecosystems (geographic distribution, geological features and associated fauna, modern and fossil): sediment margins, canyons, abyssal plain, seamounts, deep-water coral reefs, oxygen minimum zones.

Day 2 – (a) Chemosynthetic ecosystems (geographic distribution, geological features and associated fauna, modern and fossil): hydrothermal vents, hydrocarbon seeps, whale fall communities (b). Connections between the pelagic and the ocean floor biota: nutrient cycles and the open ocean food web. (c) Biogeography of chemosynthetic ecosystems and evolutionary history.

Day 3 – (a) Locations of marine mineral resources (e.g., polymetallic nodules, sulphides) and gas hydrates. (b) Regulations and management of deep-sea resources. International Seabed Authority; Mining Code; Exploration areas and reserved areas. (c) Mining Technology and Processes. (d) Environmental impacts of mining; biodiversity loss and habitat recovery.

Day 4 – Fieldtrip to the Miocene “*Calcarei a Lucina*” seeps, Mugello.

FRANCESCO DI BENEDETTO (francesco.dibenedetto@unifi.it)

Introduzione ai metodi spettroscopici applicati alla Mineralogia (6 ore, 1 CFU)

Teoria del campo dei leganti; introduzione alla spettroscopia elettronica (UV-VIS); applicazioni alla mineralogia; spettroscopia elettronica in riflettanza diffusa (DRS).

Il corso prevede lezioni frontali (4 ore) e visita al laboratorio DRS (2 ore).

Introduction to the ligand field theory; introduction to the electronic (UV VIS) spectroscopy; examples in mineralogy; Diffuse Reflectance UV VIS spectroscopy (DRS)

Class lectures (4 hours) and visit to the DRS laboratory (2 hours)

Introduzione alla spettroscopia EPR e ESE applicate alla mineralogia

(8 ore, 1 CFU)

Introduzione alla spettroscopia di risonanza paramagnetica elettronica in onda continua (EPR) ed impulsata (ESE); applicazioni alla mineralogia.

Il corso prevede lezioni frontali (4 ore) ed esercitazioni (4 ore) con visita al laboratorio EPR.

Introduction to the electron paramagnetic resonance spectroscopy in continuous wave (EPR) and in the pulsed mode (ESE); examples in mineralogy.

Class lectures (4 hours) and exercises (4 hours) including visit to the EPR laboratory

Introduzione alla spettroscopia XAS e Mössbauer in Mineralogia (8 ore, 1 CFU)

Introduzione alla spettroscopia di assorbimento di raggi X (XAS) e Mössbauer; applicazioni alla mineralogia.

Il corso prevede lezioni frontali (4 ore) ed esercitazioni (4 ore).

Introduction to the X-ray Absorption (XAS) and Mössbauer spectroscopies; examples in mineralogy.

Class lectures (4 hours) and exercises (4 hours)

Spettroscopia IR applicata alla Mineralogia (6 ore, 1 CFU)

Introduzione alla spettroscopia IR; applicazioni alla mineralogia.

Il corso prevede lezioni frontali (4 ore) e esercitazioni in laboratorio IR (2 ore).

Introduction to the IR spectroscopy; examples in mineralogy.

Class lectures (4 hours) and exercises in the IR laboratory (2 hours)

FEDERICO DI TRAGLIA (*federico.ditraglia@unifi.it*)

Instabilità degli edifici vulcanici: meccanismi, monitoraggio e modelli

(16 ore, 2 CFU)

Lezione 1 (4 ore) – Cenni teorici

- Fattori predisponenti
- Meccanismi di innesco
- Forme e depositi associati ai fenomeni di instabilità
- Fenomeni secondari: *tsunami* e *lahars*

Lezione 2 (4 ore) - Monitoraggio

- Cenni storici e metodi avanzati
- Metodi di indagine geomorfologica
- Monitoraggio satellitare delle deformazioni (*GPS* e *InSAR*)
- Esercitazione di analisi di dati di deformazione (*processing* e *post-processing*)

Lezione 3 (4 ore) – Modelli di analisi di stabilità degli edifici vulcanici

- Caratteristiche tecniche degli edifici vulcanici
- Analisi di stabilità all'equilibrio limite
- Esercitazione di modelli numerici di analisi di stabilità all'equilibrio limite

Lezione 4 (4 ore) – Modelli numerici di propagazione delle frane vulcaniche

- Fenomeni di propagazione delle frane vulcaniche
- Modelli numerici di propagazione di flussi granulari
- Esercitazione di modelli numerici di propagazione delle frane vulcaniche.

EMANUELE MARCHETTI (*emanuele.marchetti@unifi.it*)

Metodi geofisici per il monitoraggio vulcanico (16 ore, 2 CFU)

- Cenni di analisi di serie temporali (spettri, filtri, funzione cross-correlazione e coerenza)
- Fondamenti di sismologia vulcanica a larga banda, acustica infrasonica e termometria infrarossa per il monitoraggio vulcanico.
- Applicazioni (Matlab/Python) al monitoraggio vulcanico
- Analisi di array infrasonica per l'identificazione e localizzazione di esplosioni vulcaniche e flussi piroclastici.
- Localizzazione di segnali sismici Very Long Period in base alla direttività del segnale
- Analisi di immagini termiche per la valutazione delle caratteristiche delle esplosioni vulcaniche (volume, altezza, velocità di emissione dei prodotti)

CLAUDIO NATALI (*claudio.natali@unifi.it*)

Identificazione di tenori di fondo geogenici e anomalie di origine antropogenica in sistemi ambientali (8 ore - 1 CFU)

Il Corso si articola in 4 lezioni della durata di 2 ore che riguarderanno metodi di indagine per lo studio della variabilità naturale e l'identificazione dei contributi di origine antropogenica in diversi contesti ambientali (suoli, fiumi, lagune costiere). Saranno presentati vari casi di studio in cui si è potuto identificare il legame fra la matrice investigata (acqua, solido sospeso, sedimento di fondo, suolo) e le rocce del bacino di provenienza, gli accumuli preferenziali di alcuni metalli pesanti in relazione a diversi contesti deposizionali ed i contributi di origine antropogenica. Saranno illustrate le potenzialità dell'approccio di studio petrografico-geochimico a tali problematiche, e si affronteranno inoltre aspetti relativi alla vigente normativa ambientale.

SAMUELE SEGONI (1) (*samuele.segoni@unifi.it*)

La protezione civile italiana tra gestione dei rischi geologici ed applicazioni avanzate della ricerca scientifica, con particolare riferimento alla previsione operativa dei fenomeni franosi (16 ore, 2 CFU)

(Le lezioni si svolgeranno nel periodo giugno-luglio o settembre-ottobre 2019)

La Protezione civile è un'organizzazione estremamente complessa, di solito conosciuta nel dettaglio soltanto dagli addetti ai lavori nonostante coinvolga attivamente ampi settori della società, della comunità tecnico-scientifica e dell'amministrazione pubblica. La Protezione Civile può rivestire uno sbocco professionale rilevante per chi proviene da percorsi di studio nel campo delle Scienze della Terra e fornisce continue possibilità applicative per la ricerca in questo campo, stimolando attivamente il progresso scientifico e lo sviluppo tecnologico. Durante il corso verranno in particolare illustrati i risultati di progetti di ricerca (conclusi o in corso) finalizzati alla previsione dei fenomeni franosi e alla gestione operativa dei rischi associati.

Programma del corso:

- Cenni dell'evoluzione della Protezione Civile, finalizzati a comprendere le necessità che hanno portato alla definizione di una struttura complessa come quella attuale. Rapporto di azione/reazione tra l'alternarsi di disastri naturali e modifiche normative in tema di Protezione Civile.
- Finalità, organizzazione, struttura e componenti della Protezione Civile. Il ruolo dei Centri di Competenza.
- I piani di emergenza: realizzazione, applicazione, revisione.
- Il sistema di allertamento nazionale e la previsione dei rischi meteo-idro-geologici (con particolare riferimento alle soglie pluviometriche d'innescio dei fenomeni franosi).
- Casi di studio: applicazione della ricerca scientifica a recenti problemi di protezione civile; la previsione operativa delle frane a scala regionale.

SAMUELE SEGONI (2) (*samuele.segoni@unifi.it*)

Modellistica per la previsione delle frane a scala regionale (16 ore, 2 CFU)

(Le lezioni si svolgeranno nel periodo giugno-luglio o settembre-ottobre 2019)

Le frane sono un processo geomorfologico che causa danni e vittime in tutto il mondo. L'Italia in particolare è uno dei paesi con il livello di pericolosità e rischio da frana più alti. In questo corso, verranno analizzate le principali tecniche per la previsione delle frane a scala di bacino, regionale e nazionale. Il corso prevede lezioni teoriche, analisi della letteratura scientifica, illustrazione di casi di studio, esercitazioni in ambiente GIS.

Programma del corso:

- Inventari di frane a scala globale e nazionale e loro analisi per la caratterizzazione del rischio e della pericolosità
- Modelli fisicamente basati per l'analisi distribuita dell'innescio di frane
- Modelli empirici basati su soglie pluviometriche
- Modelli e mappe di suscettibilità
- Dalla previsione operativa all'allertamento

LORENZO ROOK (e docenti ad invito) (lorenzo.rook@unifi.it)

Seminari di Paleontologia dei Vertebrati

(8 ore, 1 CFU)

Il corso è organizzato in 3-4 seminari (eventualmente in lingua inglese in occasione di seminari tenuti da docenti stranieri) che riguardano aspetti diversi delle ricerche in corso da parte dei relatori. Lo scopo principale del corso è quello di illustrare gli ambiti di ricerca nei quali vengono portati avanti progetti di ricerca nel campo della paleontologia dei vertebrati

Gli aspetti che saranno affrontati riguarderanno:

- evoluzione delle faune a mammiferi nel Neogene e Quaternario;
- biogeografia e biocronologia degli scambi faunistici tra Eurasia ed Africa;
- evoluzione delle comunità a mammiferi e scenari ecologici e biogeografici per la ricostruzione del quadro evolutivo degli ominidi europei ed africani.

FRANCO TASSI (franco.tassi@unifi.it)

Tecniche di misura ed indagine per la valutazione della qualità dell'aria

(8 ore, 1 CFU).

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente, mediante lezioni frontali, nozioni sui metodi di campionamento ed analisi per la determinazione di contaminanti atmosferici, allo scopo di fornire gli strumenti necessari per condurre una corretta valutazione della qualità dell'aria.

In specifico il corso tratterà i seguenti argomenti:

- Misure con approccio remote sensing satellitare e da terra (stazione fissa e da stazione mobile);
- Misure dirette e prelievi di campioni per analisi in laboratorio;
- Trattamento dei dati analitici;
- Interpretazione dei dati analitici e loro restituzione grafica;
- Casi studio (Isola di Nisyros; Mt. Amiata).

SIMONE TOMMASINI (simone.tommasini@unifi.it)

Modelli numerici in petrologia applicati ai tempi di residenza dei magmi e ai processi di evoluzione in sistemi aperti

(8 ore, 1 CFU)

Il corso viene tenuto in 4 lezioni della durata di 2 ore ciascuna che riguarderanno una parte introduttiva relativa alla modellizzazione dei tempi di residenza dei magmi in camera magmatica e dei processi di evoluzione in sistemi aperti. Per quanto riguarda il primo argomento sarà presentato sia un approccio isotopico (i.e. età di eruzione vs età di formazione dei minerali) che un approccio legato alla diffusione degli elementi maggiori (Fe e Mg) all'interno di minerali mafici; per quanto riguarda il secondo argomento saranno presentati e discussi criticamente i parametri termodinamici che vincolano i processi di assimilazione crostale.

Entrambi gli argomenti verranno illustrati e discussi con applicazioni pratiche nell'aula multimediale del Dipartimento di Scienze della Terra mediante l'utilizzo di software dedicati: Isoplot (Ken Ludwig, BGC), NIDIS (Petrone et al., 2016), EC-AFC (Bohrson et al., 2014)

PAOLA VANNUCCHI (paola.vannucchi@unifi.it)

The Seven Seas: tectonics and geodynamics of oceans

(40 ore, 5 CFU).

(Si terrà nella settimana 10-14 Giugno 2019, organizzato in lezioni nella mattina ed esercitazioni nel pomeriggio).

Il programma dettagliato è riportato alla fine del presente elenco di corsi.

PAOLA VANNUCCHI (paola.vannucchi@unifi.it)

Earthquake Geology

(40 ore, 5 CFU)

(Si terrà in una settimana dal 7 a 11 Ottobre 2019, organizzato in lezioni nella mattina ed esercitazioni nel pomeriggio)

Il programma dettagliato è riportato alla fine del presente elenco di corsi.

CORSI PROPOSTI DALLA SEDE DI PISA

MATTIA ALEARDI (mattia.aleardi@dst.unipi.it)

Introduzione all'analisi statistica di dati sperimentali (generale con esempi di applicazioni alle Scienze della Terra) (8 ore, 1 CFU)

Definizioni base: popolazione statistica, unità statistica, campione statistico. Variabili quantitative e qualitative.

Statistica Univariata.

Indici statistici a tendenza centrale: Moda, Media, Mediana. Indici di dispersione: Varianza, devianza, deviazione standard, range di variazione, scarto. Indici di forma: skewness e kurtosis. Definizione di variabile casuale, distribuzioni di probabilità discrete e continue, densità di probabilità, funzione di distribuzione. Principali distribuzioni di probabilità: uniforme, Gaussiana, Bernoulli, Poisson, Log-Normale, Student, Fischer. Test statistici: Chi-quadro, t-test, F-test (ipotesi nulla e significatività).

Statistica bivariate.

Covarianza e correlazione. Calcolo robusto coefficiente di correlazione. Regressione lineare. Analisi dei residui. Stima robusta retta regressione. Cross-validazione e Reduced Major Axis Regression.

Statistica multivariata (Cenni).

Analisi componenti principali. Cluster Analysis: gerarchica e K medie. Regressione multilineare: stepwise. Test significatività per regressione multilineare.

PIETRO ARMIENTI (1) (pietro.armienti@unipi.it)

Mass Balance calculations and Phase Diagrams (8 ore, 1 CFU).

(Date da concordare tra il 15 Maggio e il 30 Giugno 2019)

Lesson 1, 2 hours:

Euclidean Spaces and projection of points from R^n to R^3 . Tetrahedral diagrams and mass balance calculations on molecular and weight basis.

Tetrahedral diagrams and end members; an easy way to visualize results of Principal Component Analysis: the case of mantle composition.

Exercitation 1, 2 hours:

use of tetrahedral diagrams for data projection in the Basaltic System and the An-Ab-Or-Q system.

Exercitation 2, 2 hours:

Use of tetrahedral diagrams to solve mass balance problems.

Exercitation 3, 2 hours:

Use of tetrahedral diagrams to discuss the Mantle Reservoirs concept

PIETRO ARMIENTI (2) (pietro.armienti@unipi.it)

Elements of Image analysis and stereology (8 ore, 1 CFU).

(Date da concordare tra il 15 Maggio e il 30 Giugno 2019).

Lesson 1, 2 hours:

elements of image analysis: Representative samples. Tools to obtain reliable segmentations of images of rocks. Stereologic solutions for the reconstruction of 3D Grain Size Distribution from 2D images.

Lesson 2, 2 hours:

Crystal Size Distribution of igneous rocks and the kinetics of magmatic process.

Crystal Size Distribution of Peridotites and the mechanisms of mantle textural evolution.

Exercitation 1, 2 hours:

Segmentation of Rock Images. Determinations of CSD of igneous rocks.

Exercitation 2, 2 hours:

Segmentation of Rock Images. Determinations of CSD of marble.

GIOVANNI BIANUCCI e gruppo di ricerca dei progetti in Perù (bianucci@dst.unipi.it)

Lo studio del Lagerstätte del Bacino di Pisco (Perù): un esempio di ricerca interdisciplinare nell'ambito delle Scienze della Terra (8 ore, 1 CFU).

Il corso presenta alcuni aspetti di una ricerca in atto sul Lagerstätte del Bacino di Pisco (Perù) che coinvolge diversi ricercatori del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa. Il bacino di Pisco rappresenta nel suo insieme uno dei più importanti konservat-lagerstätten conosciuti a scala mondiale. Il termine indica un deposito sedimentario caratterizzato da resti di organismi fossili in eccezionale stato di conservazione: in questo caso i resti appartengono a vertebrati marini conservati all'interno di sedimenti che si sono accumulati nel bacino di avanzato andino durante tutto il Cenozoico.

Il corso è organizzato in diversi seminari che riguardano discipline apparentemente molto distanti che vanno dalla tettonica, alla stratigrafia, alla paleontologia, alla mineralogia, alla petrografia e alla geochimica. Lo scopo principale del corso è quello di mettere in evidenza i vantaggi di affrontare un argomento di ricerca non solo in modo multidisciplinare, ma integrando fortemente le discipline per raggiungere un obiettivo comune.

LUIGI FOLCO (luigi.folco@unipi.it)

Geowriting (4 ore)

(nessun limite di numero, tra 27-30 maggio p.v.)

In breve: Guidelines for:

- Technical presentation of the results of a geological work
- PhD Thesis

- Scientific manuscripts
- Oral presentations
- Poster presentations
- Reviewing geological manuscripts

CHIARA FRASSI (*chiara.frassi@unipi.it*)

Basic concepts of crystal plasticity (8 ore, 1 CFU)

Lesson 1, 2 hours:

Deformation mechanisms (dislocation and diffusion creep) and related microstructures in quartz, feldspar, phyllosilicates, calcite and feldspar.

Lesson 2, 2 hours:

Quartz c-axis crystal preferred orientation. Basic concepts and applications for understanding: (1) active slip mechanisms; (2) shapes of the finite strain ellipsoids; (3) strain magnitudes; (4) strain paths (e.g. increase in simple shear); (5) kinematics of flow; (6) vorticity numbers associated with flow and, (7) deformation temperatures.

Lesson 3, 2 hours:

The use of the universal stage to measure the quartz c-axis orientation.

Lesson 4, 2 hours:

Laboratory (use of the U-stage)

DANIELE NANNINI (*daniele.nannini@unipi.it*)

Le carte geotematiche in ambiente GIS (16 ore, 2 CFU)

L'attività didattica propone una procedura per trasformare un Originale d'Autore geotematico in una banca dati, utilizzando software open-source.

Panoramica del software GIS open-source QGIS. Cenni sui modelli raster e vettoriale in ambiente GIS. Cenni sui sistemi cartografici di riferimento. Procedura di georeferenziazione dell'Originale d'Autore.

Creazione di una banca dati geologica con Spatialite. Editing topologico.

Poligonizzazione degli archi.

Vestizione (simbolica) della banca dati con Inkscape.

Note:

L'attività dovrebbe prevedere brevi lezioni frontali, propedeutiche alla parte pratica.

Lezioni/laboratorio: 4 di 4 ore ciascuna, da svolgersi in aula GIS, oppure anche in altre aule, se tutti i partecipanti si premuniscono di un PC portatile con installati i software necessari.

L'attività didattica si prefigge di far conoscere una procedura pratico/teorica per trasferire su supporto informatico una carta tematica, in un contesto di semplice banca dati.

MARCO PASERO e CRISTIAN BIAGIONI

(*marco.pasero@unipi.it, cristian.biagioni@unipi.it*)

Tecniche diffrattometriche a raggi X (8 ore, 1 CFU)

Lesson 1, 2 hours. Lezione su "Teoria della diffrazione X"

Exercitation 1, 3 hours. Laboratorio raggi X:

Raccolta dati di diffrazione da polvere su matrice contenente cristalli di granato

Lettura, indicizzazione dei riflessi e raffinamento dei parametri di cella da diffattogramma di polvere (spessartina)

Montaggio camera Gandolfi (spessartina)

Exercitation 2, 3 hours. Laboratorio raggi X:

Raccolta dati di diffrazione da cristallo singolo (spessartina)

Sviluppo e lettura pellicola Gandolfi (andradite)

Raffinamento strutturale di spessartina

Raccolta dati di diffrazione da cristallo singolo (andradite)

Exercitation 3, 2 hours. Laboratorio raggi X:

Lettura e interpretazione del diffattogramma su matrice (80% dolomite, 20% quarzo + mica). Raffinamento strutturale di andradite.

ADRIANO RIBOLINI (adriano.ribolini@unipi.it)

Ground-Penetrating Radar: theory and applications to Earth and Environmental Sciences

(8 ore, 1, CFU)

(giugno-luglio 2019)

(4-6 lezioni frontali, 2-4 laboratori/lezioni fuori sede)

- Basics of Ground Penetrating Radar method.
- Electric and magnetic proprieties of rocks, soils and fluids.
- Data capture strategies.
- Building GPR profiles and time-slices.
- Causes of GPR reflections in sediments.
- Overview of data processing.
- Reconstruction of internal structure of clastic sediments.
- Radar facies.
- GPR applications to aeolian, coastal, fluvial, permafrost and glacial environments

MARIA CRISTINA SALVATORE (mariacristina.salvatore@unipi.it)

Georeferenziazione di documenti cartografici e aereofotografici in ambiente GIS (8 ore, 1 CFU)

(maggio-giugno 2019)

Il corso consta di due parti: la prima, molto sintetica, nella quale sono richiamati alcuni concetti di base della cartografia e spiegato il significato di dato raster e una seconda parte pratica nella quale verranno utilizzati Sistemi Informativi Geografici ed eseguita la georeferenziazione di documenti sia cartografici sia aereofotografici.

Teoria: Cosa è la georeferenziazione. Proiezioni cartografiche e sistemi di riferimento (richiami). Ellissoidi e datum: loro significato e loro utilizzo nella georeferenziazione.

Struttura di un dato raster. Criteri e accorgimenti per la georeferenziazione dei documenti cartografici. Criteri e tecniche per la georeferenziazione delle immagini aeree e/o satellitari.

Pratica: Georeferenziazione di documenti cartografici e aereofotografici.

EUSEBIO STUCCHI (eusebio.stucchi@unipi.it)

Introduzione all'uso di MATLAB con applicazioni nelle Geoscienze

(18 ore, 3 CFU).

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente nozioni di base del software MATLAB e, mediante esercitazioni pratiche in laboratorio, trattare alcune delle applicazioni più

comuni nel campo delle geoscienze.

Contenuti del corso:

Panoramica dell'ambiente Matlab: comandi base, regole sintattiche, richiamo delle operazioni matriciali e vettoriali, differenza tra script e function;

I cicli: for...end, while...end; il costrutto if...elseif...else...end;

Input-Output: lettura di alcuni formati di file di dati in ambiente Matlab e loro scrittura.

Visualizzazione 2D e 3D di dati, interpolazioni 1D e 2D, regressione lineare.

Uso della trasformata discreta di Fourier.

Ogni argomento del programma è corredato da esempi ed esercizi.

GIANNI ZANCHETTA (1) (zanchetta@dst.unipi.it)

Isotope Paleoclimatology

(8 ore, 1 CFU).

(N.B. Il corso è svolto con frequenza biennale e sarà ri-proposto il prossimo anno - 2020)

Awareness of current global warming have dramatically increased the number of studies on past climate evolution, because paleorecords offers the opportunity to evaluate the natural dynamics of the climate system during periods of little or no human impact and allow to better understand its response to different forcing. In the evolution of our understanding of the Earth climate, isotopes have played a fundamental role and in this short course the main theoretical and practical aspects of the "isotope paleoclimatology" will be discussed.

2 h – An introduction: from the motivation to the isotope definition (G. Zanchetta)

2 h – General concepts on stable isotope geochemistry applied to the marine environment (G. Zanchetta)

2 h – General concepts on stable isotope geochemistry applied to terrestrial carbonate (E. Regattieri)

2 h – Case studies from the Mediterranean basin (E. Regattieri)

GIANNI ZANCHETTA (2) (zanchetta@dst.unipi.it)

The Anthropocene: from natural to anthropogenic-dominated environment

(8 ore, 1 CFU).

(N.B. Il corso è svolto con frequenza biennale e sarà ri-proposto il prossimo anno - 2020)

The Holocene has witnessed the transition from nature-dominated to human-dominated shaping of Earth landscape and its atmosphere. This switch has been neither regionally homogenous nor necessarily progressive. The expansion of European populations over the new worlds, for instance, has had impressive impact on landscape and vegetation which, in some cases, was hardly comparable with the impact of native populations. The debate fuelled by Ruddiman's hypothesis has given new impetus to the discussion about global warming starting from the possibility of an early human impact on atmosphere composition through development of agriculture and deforestation. In any case, this hypothesis has amplified the attention to the matter, which indicates, if any, the progressive awareness that human impact on the landscape was locally severe since the Neolithic. Recently (August 2016), the Anthropocene has been formally separated by the Holocene epoch and the beginning coincides with the "Great Acceleration" (i.e. 1950 AD), in a way that it is a worldwide synchronous event. However, this formal definition is not able to relegate the significance of the human impact in a so late period and many issues are still open to the debate.

The aim of the course is to give a general frame of the main issue related to the "Anthropocene" from a geological and geoarchaeological point of views. The course is organized as follow:

3 h – (G. Zanchetta) Introduction to the Anthropocene - The climate of the Holocene and Ruddiman's hypothesis.

3 h – (M. Bini) The Anthropocene and the Geoarchaeology. New anthropogenic materials and growth rate of anthropogenic deposits. The Archaeosphere and the Anthropocene: open issues.

2 h – (C. Morigi) Plastic in marine environment as indicators of the Anthropocene.

CORSI PROPOSTI DAL CNR-IGG

MARCO BONINI (*marco.bonini@igg.cnr.it*)

La modellizzazione tettonica sperimentale e le sue applicazioni geologiche

(8 ore, 1CFU) (*Giugno-Settembre 2019*)

Parte 1 introduttiva (4 ore): Cosa è la Modellizzazione tettonica sperimentale. Concetti base di reologia e meccanica delle rocce; profili di resistenza litosferici in vari contesti tettonici. Apparat di deformazione, tipologie di materiali analogici, e condizioni di similarità dei modelli analogici.

Parte 2 applicazioni (4 ore): Modelli sperimentali analogici e confronto con esempi naturali e linee sismiche. Processi di estensione continentale, wide e narrow rifts. Applicazioni a catene a pieghe, collisione continentale e zone di subduzione. Concetto ed applicazione del critical taper. Applicazione dei modelli alla riattivazione in compressione ed estensione di faglie pre-esistenti (inversione tettonica positiva e negativa). Applicazioni a frane (Vaiont).

ANTONELLO PROVENZALE e ricercatori IGG-CNR (*antonello.provenzalet@cnr.it*)

Introduzione alla modellistica fluidodinamica per le Geoscienze

(3-moduli di 8 ore, 3 CFU):

1. Introduzione alla fluidodinamica per le Scienze della Terra (8 ore);
2. Applicazioni a problemi di tipo geologico e geomorfologico (8 ore);
3. Applicazioni a problemi di tipo ambientale: fluidodinamica degli acquiferi, trasporto di inquinanti in atmosfera (8 ore)

GIOVANNI RUGGIERI (*giovanni.ruggieri@igg.cnr.it*)

Studio delle inclusioni fluide: analisi petrografiche, tecniche microtermometriche ed interpretazione dati

(8 ore, 1 CFU) (*Giugno 2019*)

Definizione di inclusione fluida. Dimensioni, abbondanza ed origine delle inclusioni fluide. Classificazione delle inclusioni fluide in base alle fasi presenti a temperatura ambiente.

Rappresentatività delle inclusioni fluide, processi post-intrappolamento, principali metodi di studio, osservazioni al microscopio ottico.

Caratteristiche PVT del sistema acqua.

Analisi microtermometriche di inclusioni acquose, sistema H_2O -NaCl: la temperatura di fusione del ghiaccio, la temperatura di fusione dell'idrohalite la temperatura eutettica, la temperatura di omogeneizzazione, la temperatura di fusione dell'halite.

Cenni sui sistemi H_2O -NaCl-KCl e H_2O -NaCl-CaCl₂.

Esercitazioni al microscopio ottico in luce trasmessa.

Esercitazioni microtermometriche.

Interpretazione dei dati microtermometrici: calcolo della salinità e delle isocore.

CORSI PROPOSTI dalla SEZIONE INGV di PISA

MATTIA DE' MICHELI VITTURI and TOMASO ESPOSTI ONGARO

(tomaso.espostiongaro@ingv.it, mattia.demichielivitturi@ingv.it)

Introduction to Computational Fluid Dynamics for Earth Sciences

(24 ore, 3 CFU)

(il corso si svolgerà in due/tre settimane di fine anno 2019 e si terrà solo nel caso ci siano almeno 4 studenti, altrimenti verrà riproposto per il 2020).

General introductory class, with application to Volcanology and laboratory exercises with OpenFOAM® (personal laptop needed)

Syllabus

Introduction to fluid dynamic modelling for Volcanology and Earth Sciences.

FLU1. Fluid transport models: Eulerian and Lagrangian approaches. Examples.

FLU2. From the transport theorem to the Navier-Stokes equations.

FLU3. Mathematical aspects of fluid dynamic models. Implications for their numerical solution.

FLU4. Multiphase flows.

Introduction to Computational Fluid Dynamics

CFD1. Spatial and temporal discretization: the Finite Difference method

CFD2. Spatial and temporal discretization: the Finite Volume method

CFD3. Solution methods: the segregated approach.

CFD4. Pressure-correction algorithms.

Introduction to the OpenFOAM software.

OF1. Introduction to OpenFOAM: a practical approach. Software architecture, installation and quick start. Tutorial: incompressible flows.

OF2. Creating a new solver in OF. Tutorial: Temperature-dependent viscous flows.

OF3. Miscible and immiscible multiphase flows in OF.

OF4. Lagrangian particle tracking in OF. Tutorial: coupling regimes in gas-particle flows.

ALESSIO DI ROBERTO e PAOLA DEL CARLO

(alessio.diroberto@ingv.it, paola.delcarlo@ingv.it)

La tefrocronologia: uno strumento essenziale per la datazione degli archivi naturali e la sincronizzazione di eventi geologici, climatici e archeologici

(8 ore – 1 CFU) (possibile data: Maggio 2019)

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente i principi di base per lo studio dei depositi vulcanici emessi durante le eruzioni esplosive (tephra) ed il loro uso come marker temporali fondamentali per correlare e sincronizzare tra loro record geologici, climatici ed archeologici. Gli argomenti che saranno affrontati durante il corso riguarderanno:

- Eruzioni vulcaniche esplosive e loro prodotti;
- Dispersione e messa in posto dei depositi piroclastici negli archivi sedimentari terrestri, lacustri marini e glaciali;
- Identificazione e campionamento dei tefra;
- Metodologie di analisi e caratterizzazione dei tefra: analisi granulometrica, dei componenti, analisi tessiturale e microtessiturale, analisi mineralogica, caratterizzazione geochemica dei prodotti;
- Metodi di datazione dei depositi piroclastici;

- Correlazione e sincronizzazione degli archivi geologici, climatici e archeologici: casi di studio.

ALESSANDRO FORNACIAI and LUCA NANNIPIERI

(alessandro.fornaciai@ingv.it, luca.nannipieri@ingv.it)

High-resolution Digital Elevation Model for increasing the understanding of Earth surface processes (8 ore, 1 CFU)

The surface of the Earth is constantly re-shaped by a complicated sequence of constructive and destructive three-dimensional processes, which include landslides, sinkholes, lahars, coastal erosion, volcanic eruptions, and so on. Accurate quantification and mapping of topographic changes related of these processes is crucial for increasing our understanding of these dynamic processes as well as for calibrating, validating, and constraining a variety of models capable to predict their behaviours. The detection of topographic changes measured by differentiating pre-, sin-, and post-event high-resolution digital elevation models (DEMs) is nowadays considered the most suitable method to accurately quantify the volume of material emplaced or removed during Earth surface processes.

In this course we give a brief introduction to Digital Elevation Models (DEMs), with particular emphasis to the high-resolution data, and to the methods and techniques for generating them. Finally various field of application, which includes lava flow, landslide and sinkhole, are described. Some examples of reconstruction using digital photogrammetry software and the UAV used for photo acquisition are shown.

- L1. Introduction to Digital Elevation Models (DEMs). Topographic surface and morphometric parameters. DEM definition, data structure and source. Spatial and temporal DEM resolutions
- L2. Airborne Light Detection and Ranging (LiDAR) system. Structure from Motion (SfM) photogrammetry: Single, stereo and multi-view photogrammetry. Structure from Motion methods
- L3. Topographic changes detection and morphometry of Earth surface processes: the examples of Mount Etna Lava flow, the Roncovetro landslide and the Pra di Lama sinkhole.
- L4. Working examples. The technologies and methods for the photographic acquisition using UAVs. 3D model reconstruction of a selected area using photogrammetry software.

DOMENICO GRANIERI E MARINA BISSON

(domenico.granieri@ingv.it, marina.bisson@ingv.it)

Studio della pericolosità da emissione di gas in ambiente vulcanico

(8 ore; 1 CFU)

Le aree vulcaniche sono caratterizzate da emissioni di gas che possono avere effetti negativi sull'ambiente circostante, in particolare i loro effetti possono essere nocivi per la salute umana in relazione alle loro concentrazioni in atmosfera. Il corso si propone di affrontare le tematiche connesse alla caratterizzazione della sorgente gassosa, in termini di quantità e distribuzione spaziale, alla dispersione del gas nei bassi strati dell'atmosfera in relazione alle condizioni idrodinamiche dominanti, alla quantificazione della pericolosità da gas, proponendo casi di studio in aree fortemente antropizzate. Il corso è strutturato in 4 moduli, ciascuno della durata di 2 ore.

I modulo - 2 ore: Misure dell'emissione di gas nelle aree di interesse tramite

strumentazione portatile ed in continuo; mapping delle misure tramite tecniche geostatistiche e geospaziali;

II modulo - 2 ore: Caratterizzazione delle condizioni idrodinamiche dei bassi strati dell'atmosfera, in relazione alle condizioni di vento dominante e di gradiente termico, necessaria per lo studio della dispersione gassosa;

III modulo - 2 ore: Modelli di dispersione di gas in atmosfera (modelli di dispersione passiva e di dispersione gravitativa): loro applicazione e visualizzazione;

IV modulo - 2 ore: La pericolosità da gas: definizione generale e ricadute sull'ambiente, con particolare riferimento alla salute umana. Analisi qualitative e quantitative della pericolosità da gas in aree fortemente antropizzate. Casi studio riferiti al territorio italiano ed estero.

CHIARA MONTAGNA e PAOLO PAPALE

(chiara.montagna@ingv.it, paolo.papale@ingv.it)

Termodinamica delle miscele multifase ed applicazioni ai magmi

(8 ore; 1 CFU)

L'evoluzione delle proprietà fisiche e chimiche dei magmi durante la risalita dal mantello attraverso la crosta terrestre è descritta dalle complesse relazioni termodinamiche che regolano le miscele multifase e multicomponente. Partendo dai principi fondamentali della termodinamica, il corso fornirà agli studenti le basi per lo studio degli equilibri chimici e di fase in miscele fluide, con particolare riferimento ai sistemi magmatici composti da liquido silicatico, volatili e cristalli, per i quali verranno proposte applicazioni realistiche. Il corso è strutturato in 4 lezioni, ciascuna della durata di 2 ore.

- *Termodinamica Classica*: le grandezze ed i principi della termodinamica classica, potenziali ed energie libere, equilibri termodinamici (2 ore);
- *Termodinamica delle miscele*: definizione di miscela, miscele ideali e miscele reali, energie e potenziali in eccesso, equilibrio, fugacità ed attività, legge di Henry, (4 ore);
- *Applicazione alle miscele magmatiche*: modellizzazione degli equilibri liquido silicatico-cristalli-volatili e loro implicazioni per le dinamiche dei sistemi vulcanici; esempi di utilizzo di software dedicato (MELTS, SOLWCAD) (2 ore).

GILBERTO SACCOROTTI (gilberto.saccorotti@ingv.it)

Inverse problems and parameter estimation

(8 hour, 1 CFU) (Aprile-Maggio).

A brief overview of the methods and issues associated with the inference of the parameters characterising a given physical system, with *Matlab*^R examples for some classical problems in geophysics and seismology.

PI1. *An introduction to inverse problems*. Definitions and Classification; elements of linear algebra and probability theory.

PI2. *The linear inverse problem*. Experimental data, measurement errors, error propagation. The least-square solution for the linear, over-determined problem.

PI3. *Rank-deficient and ill-conditioned problems*. The minimum-length solution; the damped least-squares solution and other regularisation techniques.

PI4. *Working examples*. Down-hole seismic profiling, spectral division (deconvolution), direct-search earthquake location.

CORSI PROPOSTI DALLA SEDE DI SIENA
nell'ambito della programmazione dei Master universitari del
CENTRO di GEOTECNOLOGIE

Bonifica di siti contaminati e analisi di rischio (48 ore - 6 CFU)

Periodo di svolgimento: fine Gennaio - inizio Marzo 2020

Docenti: Ing. **ANDREA DEL FRATE** - Ing. **CRISTINA RUGGERI**

Contenuti: Il Corso si propone di fornire ai partecipanti le conoscenze riguardanti la bonifica dei siti contaminati, seguendo l'iter procedurale definito nella normativa di settore vigente. Nello specifico, si daranno gli elementi per: la definizione degli strumenti utili alla corretta caratterizzazione del sito attraverso la definizione del modello concettuale preliminare e del conseguente piano di indagine; l'individuazione dei parametri sito specifici necessari all'esecuzione dell'analisi di rischio, nell'ambito della caratterizzazione; la scelta della tecnica di bonifica più efficace nel contesto geologico trattato alla luce delle risultanze delle indagini effettuate. Indagini per la caratterizzazione ambientale dei siti contaminati; Scopi dell'indagine ambientale sui terreni e sulle acque sotterranee; Metodi di indagine previsti dal D.Lgs 152/2006; Sondaggi ambientali; Campionamento suoli ed acque.

Moduli:

Insegnamento	Modulo	Docente	Ore
BONIFICA DI SITI CONTAMINATI E ANALISI DI RISCHIO			
	Caratterizzazione ambientale e Tecnologie di bonifica di siti contaminati (BSCAR1)	ANDREA DEL FRATE	16
	Impostazione progettuale e casi studio (BSCAR2)	ANDREA DEL FRATE	8
	Procedure di Analisi di Rischio di siti contaminati e discariche (AdR) (BSCAR3)	CRISTINA RUGGERI	16
	Esercitazione di AdR mediante software dedicati (RBCA-RiskNet) (BSCAR4)	CRISTINA RUGGERI	8

Note: previsto utilizzo di software

Biorisanamento di siti ed ecosistemi contaminati (24 ore - 3 CFU)

Periodo di svolgimento: Febbraio 2020

Docenti: Dott. **PIERLORENZO BRIGNOLI**

Contenuti: Il corso fornisce le conoscenze in merito alle tecniche utilizzate per il biorisanamento in situ ed ex situ di terreni contaminati. Vengono richiamati i meccanismi chiave che controllano il processo biologico, i percorsi di trasformazione e i prodotti dei processi di biodegradazione. Vengono illustrate metodiche innovative per il biorisanamento e ripristino funzionale di aree industriali, agricole e forestali contaminate. Ampio risalto viene dato a tecnologie di biorisanamento di acque, superficiali e di falda, al trattamento in situ di sedimenti marini e lacustri e alla riqualificazione di corsi d'acqua, bacini ed ecosistemi acquatici degradati. Viene quindi affrontato il tema del trattamento aerobico ed anaerobico delle matrici

organiche di origine urbana, zootecnica e agroalimentare. Infine un ampio cenno alle tecnologie innovative per il miglioramento della qualità dell'aria.

Moduli:

Insegnamento	Modulo	Docente	Ore
BIORISANAMENTO DI SITI ED ECOSISTEMI CONTAMINATI			
	Biorisanamento suoli contaminati (<i>BIOR1</i>)	PIERLORENZO BRIGNOLI	8
	Biorisanamento acque superficiali e sotterranee (<i>BIOR2</i>)	PIERLORENZO BRIGNOLI	8
	Decontaminazione, valorizzazione matrici organiche e trattamento aria (<i>BIOR3</i>)	PIERLORENZO BRIGNOLI	8

Progettazione e gestione di discariche controllate (48 ore - 6 CFU)

Periodo di svolgimento: Marzo-Aprile 2020

Docenti: Ing. **STEFANO VEGGI** - Ing. **MANLIO PACITTI**

Contenuti: Nel panorama europeo, sebbene con notevoli differenze tra i paesi settentrionali e quelli mediterranei la maggior parte dei rifiuti viene ancora smaltita in discarica, che rappresenta ancora l'opzione meno costosa per il trattamento dei rifiuti.

La recente normativa italiana relativa allo smaltimento in discarica ha introdotto requisiti tecnici e modalità operativa molto stringenti per tutti gli impianti in discarica che dovranno conformarsi alla nuova disciplina anche per quanto attiene il nuovo regime delle garanzie finanziarie. Inoltre, la progettazione di discariche è un problema interdisciplinare che deve considerare aspetti geotecnici, idraulici, chimici, ma anche problemi normativi. Il corso affronta le tematiche relative alla progettazione di questa tipologia di opere, alla luce delle recenti normative che le pongono come ultimo ricettore dei rifiuti che residuano da operazioni di riciclaggio e recupero di energia, che hanno dato impulso alla diffusione di bonifiche di siti contaminati. Particolare attenzione viene posta alla presentazione delle fasi di indagine del sito di intervento con indicazione delle attività di caratterizzazione delle componenti ambientali di interesse (suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee).

Moduli:

Insegnamento	Modulo	Docente	Ore
PROGETTAZIONE E GESTIONE DI DISCARICHE CONTROLLATE			
	Progettazione di discariche controllate (<i>PDISC1</i>)	STEFANO VEGGI	24
	Aspetti gestionali delle discariche (<i>PDISC2</i>)	MANLIO PACITTI	8
	Esercitazioni e visita presso impianto di selezione e smaltimento (<i>PDISC3</i>)	MANLIO PACITTI	16

Note: prevista visita in discarica

Valutazione di impatto ambientale e monitoraggio ambientale (32 ore - 4 CFU)

Periodo di svolgimento: Aprile-Maggio 2020

Docenti: Ing. **ROBERTO ANDRIGHETTO** - Ing. **ALBERTO CALLERIO**

Contenuti: Il corso fornisce i principi teorici per valutare l'impatto ambientale derivante dalla realizzazione e dall'esercizio di grandi opere, per definire le più opportune misure di mitigazione e per progettare i sistemi di monitoraggio ambientale da attivare per la verifica dei loro effetti sull'ambiente antropico e naturale.

Nell'ambito del corso saranno forniti i fondamenti essenziali di carattere giuridico per comprendere la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e la sua collocazione nell'ambito delle fasi di progettazione di un'opera. Saranno inoltre esaminate in dettaglio le tematiche relative al monitoraggio, inteso come strumento operativo nell'ambito delle procedure VIA, con particolare riferimento alle componenti ambientali più attinenti alla geologia ambientale (acque superficiali, acque sotterranee, suolo), ma con una illustrazione anche delle problematiche di altre componenti ambientali fondamentali: rumore, qualità dell'aria, ecosistemi, vegetazione e fauna.

Moduli:

Insegnamento	Modulo	Docente	Ore
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE E MONITORAGGIO AMBIENTALE			
	Valutazione d'impatto ambientale (VIA1)	ROBERTO ANDRIGHETTO	24
	Impatto vibrazionale (VIA2)	ALBERTO CALLERIO	8

Note: prevista attività di campagna di acquisizione sismica

Applicazioni di idrogeologia per la geoingegneria (24 ore - 3 CFU)

Periodo di svolgimento: Aprile 2020

Docenti: Dott.ssa Geol. **MARIA TERESA FAGIOLI**

Contenuti: L'Idrogeologia Applicata è una moderna disciplina le cui solide basi matematiche poggiano sulle Scienze della Terra e sulle discipline idrauliche, laddove l'edificio culturale è costituito da metodologie integrate, di tipo quantitativo, comuni ad altre discipline ingegneristiche (Geotecnica, Geomeccanica, Geognostica, Geofisica, Geochimica, Fluidodinamica, Idrologia, Meteorologia, ecc.).

Nel corso verranno affrontati i problemi idrogeologici legati alle grandi opere ingegneristiche in sotterraneo. Queste costituiscono una trasformazione dell'ambiente ipogeo, che vengono effettuate per i diversi scopi, dalla coltivazione mineraria, alle gallerie stradali e ferroviarie, ai sottopassi stradali pedonali, ostacoli naturali per le vie di comunicazione e le infrastrutture di collegamento. La costruzione di queste opere solleva diverse problematiche di natura progettuale e legate alla sicurezza. Le venute d'acqua concentrate improvvise e spesso inopinate caratterizzate da portate di punta spesso notevoli costituiscono uno dei rischi più severi per le opere in sotterraneo e per le miniere.

Moduli:

Insegnamento	Modulo	Docente	Ore
APPLICAZIONI DI IDROGEOLOGIA PER LA GEOINGEGNERIA			
	Applicazioni di idrogeologia per la geoingegneria (A/G)	MARIA TERESA FAGIOLI	24

Note: previsto utilizzo software

PAOLA VANNUCCHI (1) (paola.vannucchi@unifi.it)

The Seven Seas: tectonics and geodynamics of oceans (program)

10 June	Monday	10.00-12.00	01 – Introduction. Mapping the Oceans: water column, ocean floor, and the subsurface. 02 – Underwater geology
10 June	Monday	14.00-16.00	Birth of an ocean: the Red Sea 03 – Rifting, triple junction 04 – From rift to drift
10 June	Monday	16.30-18.30	Discussion: EU and US marine programs INTERRIDGE and Deepsea frontier

11 June	Tuesday	10.00-12.00	Growing an ocean basin: the Atlantic ocean 05 – Slow spreading ridges, and Core complexes 06 – Age-depth relationship
11 June	Tuesday	14.00-16.00	07 – hydrothermal circulation, black smokers 08 – Transform valleys and fracture zone evolution
11 June	Tuesday	16.30-18.30	Discussion: EU and US marine programs EMSO and MARGINS

12 June	Wed	10.00 - 12.00	Maturity of Ocean basins: the Pacific Ocean 09 – history of the Pacific plate, Fast spreading ridges, 10 – Subduction: Bend faulting
12 June	Wed	14.00-16.00	11 – Subduction: fluid flow through the forearc 12 – Subduction: Arc volcanism
12 June	Wed	16.30-18.30	Discussion: EU and US marine programs GEOPRISM

13 June	Thu	10.00 - 12.00	The deep ocean floor: Indian Ocean 13 – Intraplate volcanism and aseismic ridges 14 – Non rigid plates
13 June	Thu	14.00-16.00	Death of an Ocean: the Mediterranean 15 – Back-arc basins Extension without spreading: the Marmara Sea 16 – transform tectonics and Earthquake hazard
13 June	Thu	16.30-18.30	Discussion: EU and US marine programs IODP Science plan

14 June	Friday	10.00-12.00	The last frontier: the Arctic Ocean 17 – Superslow ridges, volcanism and Lomonosov Ridge 18 – Future explorations: where are the international programs focusing?
14 June	Friday	14.00	How to access offshore data? Databanks and data manipulation

		16.00	How to sail on IODP?
14 June	Friday	16.30 18.30	Do you have ideas? How to write a proposal: why, where, how.

PAOLA VANNUCCHI (2) (paola.vannucchi@unifi.it)
Earthquake Geology (program)

Brittle failure, effective stress laws, friction, constitutive laws, continuum mechanics, and elasticity of faulting. Rate and state friction laws. State of stress in Earth's crust. Fault nucleation and growth. Fault rocks and structures. The strength and rheology of faults. Seismotectonics. Introduction to earthquake rupture. Instability conditions, energy balance, the work of faulting. Quantification of earthquakes. Earthquake source parameters and scaling laws. The seismic cycle, earthquake prediction

07 October	Monday	10.00-12.00	01 – Introduction: what is an Earthquake? Basic concepts - Mechanics of Earthquakes 02 – Stress tensor and the Mohr Diagram - Elastic deformation – Mohr-Coulomb failure Criterion –
07 October	Monday	14.00 16.00	03 –Experimental Techniques - Griffith Failure Criterion – Terzaghi's Principle and Pore Pressure 04 –
07 October	Monday	16.30 18.30	Discuss Handin, 1969 Handin 1969. On the Coulomb-Mohr Failure Criterion, Journal of Geophysical Research, 74-22, 5343-5348
Syllabus: The Mechanics of Earthquakes and Faulting, C. H. Scholz, 2002.	Ch. 1		Brittle Fracture. Milestones in continuum mechanics, concepts of modulus and stiffness. Stress-strain relations, elasticity, surface and body forces, tensors, Mohr circles. Theoretical strength of materials, Defects, Stress concentrations, Griffith failure criteria, fracture mechanics. Fracture toughness, Surface energy and Fracture energy. Cohesive zone, strain energy and the work of faulting. Macroscopic failure laws. Coulomb-Mohr criteria and stress-states. The strength of rocks. Experimental data. Pore fluid effects. Effective stress laws. Dilatancy hardening. The role of stiffness. Strain rate dependence of rock strength. Brittle vs. Ductile deformation, Dilatancy, Schizosphere, Plastosphere

08 October	Tuesday	10.00-12.00	05 – Friction: Theory and key concepts – Friction Experiments 06 – Friction: constitutive laws (Dieterich-Ruina)
08 October	Tuesday	14.00 16.00	07 – Constitutive laws application to EQ nucleation 08 – Fault rocks: classification and distribution. Pulverized rocks
08 October	Tuesday	16.30 18.30	Discussion: Rabinowicz, E., 1956. Stick and slip – Scientific American Di Toro, G; Goldsby, DL; Tullis, TE - Friction falls towards zero in quartz rock as slip velocity approaches seismic rates, NATURE Volume: 427 Issue: 6973 Pages: 436-439 Published: JAN 29 2004
Syllabus: The Mechanics of Earthquakes and Faulting, C. H. Scholz, 2002.	Ch. 2		Rock Friction: Amonton's laws. Concepts of static and kinetic friction. Bowden and Tabor's theory of friction. Asperities, adhesion, abrasion, wear. Stick-slip and stability of frictional sliding. Time dependent and memory effects. Fault re-strengthening and healing. Slip rate dependence of kinetic friction. Critical slip distance of friction, Rabinowicz's experiments. Rate and state friction constitutive laws. Elastic coupling and solution of history-dependent equations. Forward models of velocity-step tests and frictional healing. Processes and mechanisms of friction, complex behavior, strain rate dependence, slip history effects, normal

			stress effects. Forward models and constitutive laws for friction
--	--	--	---

09 October	Wed	10.00 - 12.00	09 – Anderson Theory –Andersonian and non-Andersonian faults 10 – Methods to determine Stress orientation - Stress Field orientation in the crust – Is the crust at critical failure?
09 October	Wed	14.00 - 16.00	11 – Fault zone structure 12 – Pseudotachylytes: Fossil Earthquakes. Fault lubrication during seismic rupture; Fault geometry and Earthquakes
09 October	Wed	16.30 - 18.30	Discussion: Bakun et al., 2005. Implications for prediction and hazard assessment from the 2004 Parkfield Earthquake – Parkfield, Nature, 437, 969-974. Chiarabba C., Jovane L., Di Stefano R., 2004, A new view of Italian seismicity using 20 years of instrumental recordings. Tectonophysics, 395, 251-268. Montone; Mariucci; Pierdominici, 2012 The Italian present-day stress map. Geophysical Journal International 189 2 705-716 Montone, P; Mariucci, MT; Pondrelli, S; et al. 2004 An improved stress map for Italy and surrounding regions (central Mediterranean). Journal Of Geophysical Research-Solid Earth, 109 B10 Article Number: B10410 Townend, Zoback, 2000. How faulting keeps the crust strong, Geology, 28, 399-402.
Syllabus : The Mechanics of Earthquakes and Faulting, C. H. Scholz, 2002.	Ch. 3		Fault Mechanics. Andersonian Faulting. Hubbert-Rubey theory. State of stress in the crust. Shear heating. Fault growth. Fault Rocks and Fault Strength. Faulting in nature. Fault rocks and fault zone thickness. Wear in natural fault zones. Fault zone rheology. Depth variation of fault rocks and structures. Fault zone fabrics. Fault zone heterogeneity.

10 October	Thu	10.00 - 12.00	13 – Episodic tremor and slip 14 – Earthquake quantification (M_L , M_s , M_w , M_0) and energy partitioning of earthquakes
10 October	Thu	14.00 - 16.00	15 – The Seismic cycle 16 –
10 October	Thu	16.30 - 18.30	Discussion: Di Toro, G.; Han, R.; Hirose, T.; et al. 2011 Fault lubrication during earthquakes, NATURE 471 494- Rogers, G; Dragert, H, 2003 Episodic tremor and slip on the Cascadia subduction zone: The chatter of silent slip SCIENCE: 300, 5627 1942-1943 Shelly, DR; Beroza, GC; Ide, S; et al 2006 Low-frequency earthquakes in Shikoku, Japan, and their relationship to episodic tremor and slip NATURE 442 7099 188-191
Syllabus : The Mechanics of Earthquakes and Faulting, C. H. Scholz, 2002.	Ch. 4, 5		Earthquake Mechanics. Magnitude, seismic moment, quantification of earthquakes. Focal mechanisms, Source parameters. Particle velocity, rupture velocity. Seismic stress drop: static and dynamic. Seismic efficiency. Seismic spectra and interpretation. Rise time, rupture duration. Earthquake rupture nucleation. Friction and fracture mechanics approach to nucleation. The critical slip distance for seismic faulting. Critical rupture patch size. The transition from quasistatic to dynamic rupture. Laboratory data. Seismic data. The seismic cycle. Repeating earthquakes. Rupture characteristics, time dependence. Relation to laboratory-derived constitutive laws.

11 October	Friday	10.00-12.00	17 – Seismotectonics 18 – Earthquake Prediction and hazard analysis
11 October	Friday	14.00-16.00	Discussion: Doglioni, Carminati, Petricca, Riguzzi, 2015. Normal Fault Earthquakes or graviquakes. Scientific Reports, 5. Boschi, E. 2016 La Leggerezza e la Superficialita'. Una storia non finita. Il foglietto della Ricerca, 10 Novembre Boschi, E. 2016. La sismologia e' una scienza galileiana. Il foglietto della Ricerca, 3 Novembre Boschi E. 2017. Il president della commissione grandi rischi e l'effetto Vajont. Il foglietto della ricerca. 2 Febbraio
11 October	Friday	16.30-18.30	Aperitivo
Syllabus: The Mechanics of Earthquakes and Faulting, C. H. Scholz, 2002.	Ch. 5, 6, 7		Earthquake scaling laws. f_{max} , f_c . Frequency dependence of seismic moment. Strong motion data. $f \sim \omega$ models and interpretation. Seismotectonics. Fault rheology from seismic studies. Depth-frequency relations for seismicity. Strong motion studies. Earthquake afterslip and the relation between coseismic and postseismic slip. Fault heterogeneity, slip heterogeneity. Earthquake Prediction. Earthquake triggering and fault interaction. Precursory phenomena. Historical observations.

Siti web consigliati:

- U.S. Geological Survey: <http://earthquakes.usgs.gov/>
<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqarchives/poster/>
- SAFOD (San Andreas Fault Observatory at Depth):
http://quake.wr.usgs.gov/research/parkfield/safod_pbo.html
http://www.icdp-online.org/contenido/icdp/front_content.php?idcat=896
- California Geological Service: http://www.consrv.ca.gov/CGS/geologic_hazards/earthquakes/index.htm
- INGV www.ingv.it

Testo di riferimento

- Scholz, C.H., 2002. *The mechanics of earthquakes and faulting*. Cambridge Press, New York.

Testi consigliati

- Abercrombie, R., McGarr, A., Kanamori, H., Di Toro, G., 2006. Earthquakes: Radiated Energy and the Physics of Faulting. Geophysical Monograph 170, American Geophysical Union, Washington DC (USA).
- Price N.J., Cosgrove, J.W., 1990. Analysis of Geological Structures, Cambridge University Press.
- Rabinowicz, E., 1965. Friction and Wear of Materials. John Wiley, New York.
- Snoke, A.W., Tullis, J., Todd, V., 1988. Fault related-rocks: A photographic atlas. Princeton University Press.
- Twiss, R.J., Moore, E.M., 1992. Structural Geology, Freeman, San Francisco.